This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

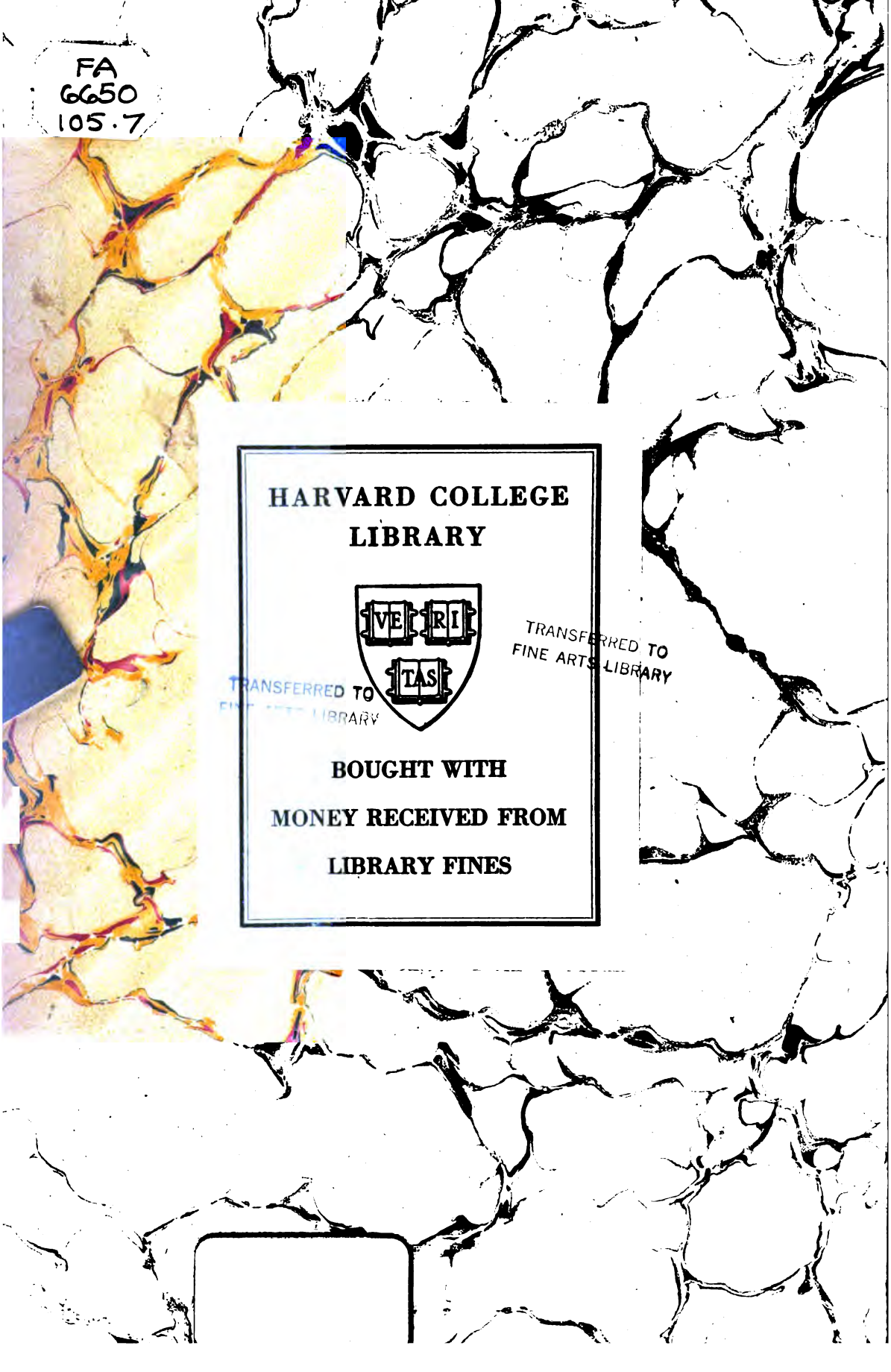
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

FINE ARTS LIBRARY
FL 2M5D Z

FA
6650
105.7



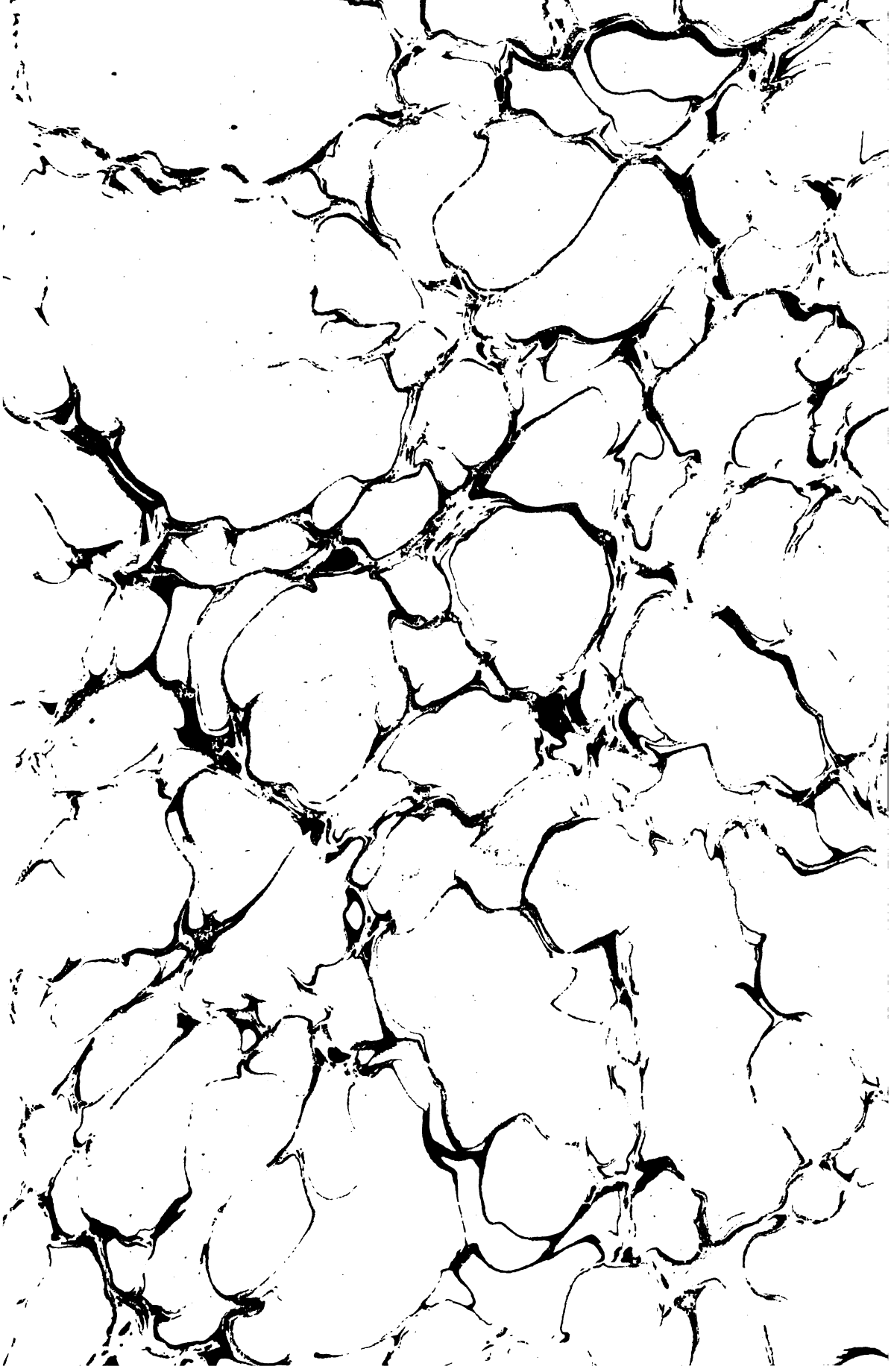
HARVARD COLLEGE
LIBRARY

VE RI TAS

TRANSFERRED TO
FINE ARTS LIBRARY

TRANSFERRED TO
FINE ARTS LIBRARY

BOUGHT WITH
MONEY RECEIVED FROM
LIBRARY FINES



TRAITÉ ENCYCLOPÉDIQUE

DE PHOTOGRAPHIE

DROITS DE TRADUCTION RÉSERVÉS.

TRAITÉ ENCYCLOPÉDIQUE

DE

PHOTOGRAPHIE

PAR

CHARLES FABRE

DOCTEUR ÈS SCIENCES

PROFESSEUR ADJOINT A L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

TROISIÈME SUPPLÉMENT

C

PARIS

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-ÉDITEUR

55, QUAI DES AUGUSTINS, 55

—

1902

FA 6650.105.7

Printed in France

LIVRE PREMIER.

CHAPITRE PREMIER.

§ 1er. — Propriétés des lentilles.

1513. Lentilles, notations. — Les propriétés des lentilles (B. **1285**) permettent de déterminer par la théorie les meilleures courbures à donner aux surfaces des verres; les méthodes de calcul (**1301**) donnent les moyens d'établir des objectifs dits *simples* ou des objectifs combinés.

Dans la description des objectifs photographiques, pour l'étude de leurs propriétés et celle des obturateurs, nous supposerons que les rayons lumineux marchent de la gauche vers la droite; les lettres sans accent s'appliqueront aux points et objets d'émergence, les mêmes lettres accentuées représenteront les objets et points semblables d'incidence. Nous affecterons toujours les mêmes lettres aux mêmes objets, savoir[1] :

f. *Distance focale principale physique*, comptée d'un point nodal au foyer principal de même espèce;

E et *e*. *Eloignements* comptés sur l'axe principal, de l'objet au point nodal d'incidence et de son image au point nodal d'émergence;

L et *l*. Longueurs, comptés de même sur l'axe principal, de l'objet et de son image aux foyers principaux d'incidence et d'émergence;

$\frac{1}{m}$. *Echelle* de l'image, rapport de réduction du détail principal sur lequel a été faite la mise au point;

$\frac{1}{n}$. *Foisonnement* : diamètre du cercle qui représente dans l'image

1 P. Moessard, *l'Objectif photographique*. Paris, Gauthier-Villars.

ce qui devrait être un point mathématique de dimensions mensurables nulles;

$\frac{1}{p}$. *Valeur limite* du foisonnement. Il vaut mieux employer l'expression de *foisonnement* que celle de *netteté* ou de finesse. Le foisonnement varie, en effet, dans le même sens que le nombre $\frac{1}{n}$, tandis que la netteté ou la finesse varient en sens inverse de ce même nombre, et sont par conséquent d'autant plus grandes que la quantité qui les mesure est plus petite;

d. *Diamètre réel* du diaphragme;

o. *Diamètre utile :* c'est le diamètre du faisceau de rayons incidents parallèles à l'axe, que le diaphragme laisse passer à travers l'objectif;

$\frac{1}{s}$. *Diamètre relatif :* rapport du diamètre utile à la distance focale : $\frac{1}{s} = \frac{o}{f}$;

ω. *Coefficient de diamètre utile :* rapport du diamètre utile au diamètre réel : $\omega = \frac{o}{d}$;

N. *Numéro du diaphragme;*

t. *Temps de pose;*

θ. *Temps de pose normal,* correspondant au diamètre relatif que l'on a pris pour unité;

V. *Vitesse propre* d'un objet en mouvement;

v. *Vitesse composante* de cet objet, dans un plan normal à l'axe optique principal de l'objectif.

1514. — Correction des aberrations; principe de Petzval. — L'emploi des verres que l'on produit actuellement en vue de la fabrication des objectifs photographiques avait été signalé par Petzval bien avant que l'on ait fabriqué ces matières. Ce savant mathématicien avait déterminé les conditions à réaliser pour que la surface focale de l'image fournie par les lentilles d'un objectif soit plane à son sommet. Désignons par n, n', n''... les indices de réfraction des lentilles successives, soit f, f' f''... les distances focales principales de ces lentilles; il faut que l'on ait

$$\frac{1}{nf} + \frac{1}{n'f'} + \frac{1}{n''f''} + \ldots\ldots = o.$$

en supposant les lentilles sans épaisseur. S'il s'agit d'une lentille double, ce principe ne peut se concilier avec la condition d'achromatisme que si

l'on a recours aux combinaisons anormales. De plus, et toujours dans le même cas, en supposant que l'on soit astreint à choisir des matières déterminées, on ne dispose que de quatre rayons de courbure; mais si l'on veut satisfaire à l'équation de Petzval, on se trouve en présence de cinq conditions. Il faut donc ou renoncer à l'une des conditions anciennes, ou augmenter le nombre des variables.

Toute combinaison normale est impuissante à corriger complètement l'astigmatisme et la courbure du champ. L'élément convergent doit avoir un indice de réfraction plus grand que l'élément divergent, et ce dernier doit avoir le plus fort pouvoir dispersif pour corriger l'achromatisme. Si l'on prend une combinaison normale établie de façon à corriger l'aberration d'*aplanétisme* et exactement l'aberration *chromatique* pour deux couleurs, tout en laissant subsister l'*astigmatisme* et la *courbure du champ focal*, et qu'on lui adjoigne un second couple convergent, formant avec le divergent une combinaison *anormale*, c'est-à-dire de plus grand indice et de moindre dispersion que lui, et calculé de façon à corriger l'aberration chromatique pour une troisième couleur, on pourra faire disparaître l'excès de la correction d'aplanétisme et détruire l'astigmatisme et la courbure du champ.

Dans certains anastigmats, on renonce à la destruction de l'aberration sphérique pour le premier couple de verre; on rétablit l'aplanétisme en associant la combinaison anormale chargée de détruire l'astigmatisme à à une combinaison convenablement choisie.

On rend négligeables l'aberration de champ et l'aberration nodale en assemblant deux lentilles d'espèce différente et d'aberration à peu près égales; au besoin, on ajoutera un ou plusieurs verres supplémentaires.

On obtient ainsi des formes d'objectifs extrêmement variées. Les calculs préparatoires nécessaires à l'établissement d'une série d'objectifs peuvent être faits en utilisant des principes qui depuis plus de trente ans sont dans le domaine public.

Le nombre des combinaisons que l'on peut réaliser est en quelque sorte indéfini. M. Aldis[1] a montré que, par un choix convenable des verres, l'on pouvait arriver à construire des objectifs satisfaisant à toutes les conditions imposées par la pratique. Il suffit pour cela d'utiliser cinq surfaces de réfraction, c'est-à-dire une lentille double collée et une lentille simple.

Les nouveaux verres permettant de réaliser ces conditions ne présentent pas tous d'égales qualités de conservation. Toutes les matières employées en optique condensent plus ou moins l'humidité de l'air; c'est là une cause d'altération assez sérieuse. Les verres les plus résistants ne tardent pas à se décomposer au bout de peu de temps par suite de l'action des gaz de l'atmosphère, en particulier la vapeur d'eau, l'acide carbonique, l'ammoniaque, etc. Cette altération n'est pas spéciale aux nouveaux verres. La plupart des anciens flints employés en optique photographique se sont recouverts au bout d'un certain temps d'une pellicule bleuâtre due à l'altération de la matière : c'est là un phénomène que l'on peut constater facilement si l'on possède un objectif à portraits. On utilise actuellement certains crowns tendres qui sont fort hygroscopiques; on ne doit les employer qu'en

1. *Photographic Journal*, 10 juin 1900.

les plaçant entre d'autres lentilles de verres plus résistants et en les cimentant soigneusement avec ces derniers, de façon à les mettre à l'abri du contact de l'air. Dans ces conditions, on peut employer ces matières qui permettent de réaliser certaines combinaisons optiques que l'on ne pourrait obtenir avec d'autres substances.

1515. Divers types d'objectifs. — On a proposé de classer les objectifs en objectifs *simples* et objectifs *combinés* (B, **1297**), chacune de ces catégories comprenant elle-même un assez grand nombre d'instruments; mais cette classification tend à devenir un peu arbitraire : en effet, on entendait autrefois par objectif simple tout objectif constitué par deux, trois ou quatre verres collés ensemble ou très rapprochés, et d'un diaphragme placé en dehors; l'ouverture de ces objectifs variait de $f/12$ à $f/25$; l'angle embrassé ne dépassait pas 75°.

Depuis peu de temps, on a construit des objectifs simples à très grande ouverture. La distance qui séparait les diverses lentilles a été modifiée, de telle sorte que la classification précédente ne saurait être maintenue pour ces objectifs.

Il en est de même pour les objectifs combinés. On désignait ainsi ceux qui étaient constitués par plusieurs systèmes de lentilles accolées l'une à l'autre ou même séparées par une lame d'air, comme cela existe dans la combinaison postérieure de l'objectif à portraits. Ces objectifs étaient dits *doubles*, *triples* ou *triplets*, suivant que les systèmes de lentilles étaient montées dans deux ou trois barillets. On les subdivisait d'ailleurs en objectifs symétriques et objectifs non symétriques ou dissymétriques, suivant que les lentilles qui les constituaient étaient ou non symétriques et disposées symétriquement par rapport à un point. On les divisait d'ailleurs en objectifs grand angle ou grands angulaires, rapides, extra-rapides, etc.

Les inconvénients de cette classification sont nombreux. C'est ainsi que l'on est amené à classer dans les objectifs simples les rectilinéaires pour vues (I, **52**), dont la construction est assez semblable à celle de certains nouveaux objectifs présentant une rapidité d'action bien plus considérable, rapidité d'action qui a une importance capitale au point de vue des opérations photographiques.

Cette rapidité d'action peut être obtenue en utilisant les combinaisons optiques les plus variées, simples ou compliquées. Les unes permettront d'obtenir une image dont le champ est restreint, de faible étendue, ce qui n'a aucune importance pour certaines applications

(les portraits par exemple), les autres, tout en fournissant des images aussi éclairées, donneront au contraire des épreuves à champ très étendu.

Nous pourrons donc classer les objectifs d'après leur rapidité et les désigner par les qualifications d'extra-rapides, rapides, peu rapides et lents. On sait que par un abus grammatical passé dans l'usage, dire d'un objectif qu'il est *rapide* cela veut dire que les images qu'il donne sont éclairées, étendues, exactes, et qu'elles agissent *rapidement* sur la couche sensible ou qu'elles permettent de saisir des mobiles animés d'un mouvement rapide[1].

Deux objectifs de même rapidité peuvent différer, soit d'après l'étendue du champ soit d'après le mode de construction ; tel objectif aura par exemple six surfaces réfléchissantes, tel autre n'en aura que deux, propriétés qui permettent d'établir des subdivisions dans une même série d'objectifs ayant même diamètre relatif $\frac{1}{s}$. Ce diamètre relatif, qui sert souvent à définir l'objectif, sera la base de la classification adoptée dans ce volume ; il sera d'ailleurs facile, d'après la description des objectifs, de passer de la classification nouvelle à celles anciennement adoptées.

BIBLIOGRAPHIE.

P. MOESSARD. *L'Optique photographique.*
— *L'Objectif photographique, étude pratique.*
MORITZ VON ROHR. *Theorie und Geschichte der photographischen Objektivs.*

1. P. Moessard, *l'Objectif photographique*, 1899.

CHAPITRE II

ESSAIS DES OBJECTIFS.

§ 1. — Examen extérieur d'un objectif.

1516. Pouvoir optique d'un objectif. — M. Amann[1] a proposé de désigner sous le nom de pouvoir optique d'un objectif la propriété qu'il possède de remplir à un degré plus ou moins parfait le but spécial auquel il est destiné.

On ne doit pas perdre de vue que non seulement il n'existe pas d'objectif exempt d'aberrations, mais encore qu'il n'est pas possible de trouver un instrument dans lequel une seule des aberrations soit complètement corrigée. On doit avant tout se préoccuper du genre de travaux spéciaux auquel est destiné l'appareil dont on veut faire l'acquisition, c'est-à-dire du pouvoir optique. Ce pouvoir optique dépend de deux facteurs : 1° étendue relative du champ de netteté; 2° ouverture relative de l'objectif, ces deux facteurs étant rapportés à l'unité de distance focale.

Dans la mesure de ce pouvoir optique réel, il faut tenir compte de la netteté ou de son inverse qui est le foisonnement. La netteté infinie ou le foisonnement nul n'existent pas en vertu de la constitution même des ondes lumineuses. La netteté se mesure d'ordinaire par le diamètre du cercle qui sur l'image représente ce qui devrait être un point mathématique, sans longueur ni largeur. Plus la netteté est grande, plus le nombre qui la mesure est petit. Le foisonnement est le contraire de la netteté; il offre l'avantage de varier dans le même sens que le nombre qui le représente. Le manque de netteté a pour effet de substituer à un point un *cercle de diffusion*, élément infinitésimal de diamètre égal au foisonnement $\frac{1}{n}$ et dont l'épaisseur est infiniment faible et sensiblement uniforme entre les deux extrémités du diamètre considéré.

Il convient d'adopter pour mesurer le pouvoir optique réel la netteté ou le foisonnement de $\frac{1}{10}$ de millimètre, limite qui est loin d'être exagérée, surtout si les images sont destinées à être agrandies.

1. *Revue suisse de photographie*, 1899, p. 169.

En désignant par Δ le diamètre du champ de foisonnement à $\frac{1}{10}$ de millimètre, par f la distance focale principale, par o le diamètre utile, on peut représenter le pouvoir optique π par le produit

$$\pi = \frac{\Delta}{f} \times \frac{o}{f} = \frac{\Delta o}{f^2},$$

ou en multipliant par 100 et posant

$$\Pi = 100\,\pi,$$

$$\Pi = 100\,\frac{\Delta o}{f^2}.$$

On peut donc dire que le pouvoir optique réel de l'objectif photographique peut être représenté par cent fois le diamètre relatif du champ de netteté, rapporté à l'unité de distance focale, multiplié par l'ouverture relative utile correspondante.

Le pouvoir optique *nominal* dépend de données conventionnelles variant avec chaque constructeur d'objectifs : un foisonnement plus grand que celui de $\frac{1}{10}$ de millimètre, une distance focale principale plus courte que la distance focale principale réelle, un diamètre du champ de netteté plus grand que celui qui existe réellement font que l'acheteur est souvent trompé sur la valeur d'un objectif. La valeur réelle d'un objectif est mesurée par le pouvoir optique réel, tandis que sa valeur nominale l'est par son pouvoir optique nominal tel qu'il résulte du catalogue du constructeur, en admettant que celui-ci définisse un foisonnement ou une netteté limite, ce qui n'arrive presque jamais.

En désignant par D le diamètre du champ d'image usuel, par d l'ouverture utile nominale, par φ la distance focale nominale (presque toujours entachée d'une forte erreur), l'expression du pouvoir optique nominal est :

$$P = 100\,\frac{D}{\varphi} \times \frac{d}{\varphi}.$$

L'examen des données fournies par les catalogues de presque tous les opticiens montre que le diamètre du champ de netteté à $\frac{1}{10}$ de millimètre varie du tiers à la moitié de celui qui est annoncé.

On peut donc, *a priori*, pour un travail déterminé, fixer le *prix relatif* d'un objectif : c'est le prix de l'unité de pouvoir optique. Suivant que l'on considérera le pouvoir réel R, ou nominal N, on aura le prix relatif réel ou nominal. On peut donc, d'après les indications des catalogues des divers opticiens, avoir une notion assez vague, il est vrai, de la valeur d'un objectif. Les catalogues des opticiens ne devraient mentionner (comme le font les très bons constructeurs) que les seules données permettant d'éta-

blir le pouvoir optique réel. Les différences sont souvent très grandes, comme cela ressort de l'examen des chiffres suivants :

	Prix.	B.	N.
Objectif simple.....	56	19,57	7,56
— double.....	32	11,85	3,93
Aplanat grand angulaire.....	120	30,10	9,73
— rapide.....	94	19,45	7,91
— très rapide.....	165	39,60	13,40
— extra-rapide..... ...	190	25,00	11,60
Anastigmat.....	230	37,10	16,90

Il est donc indispensable de faire les essais permettant tout au moins la détermination du pouvoir optique réel si l'on veut se rendre compte de la valeur commerciale d'un objectif, valeur commerciale que l'on peut d'ailleurs estimer par le coût du centimètre carré de surface couverte à la netteté du dixième de millième. L'examen extérieur de l'appareil fournit d'ailleurs quelques indications générales sur les soins apportés à sa fabrication : l'aspect de la monture, de la rondelle, des diaphragmes, permettant souvent à un œil exercé de reconnaître des contrefaçons qui tendent à devenir très nombreuses.

1517. Monture. — La monture, polie et vernie, porte des inscriptions gravées indiquant le nom du constructeur, le nom générique de l'objectif et son numéro de série, l'indication du diamètre relatif maximum, la distance focale physique, le numéro de fabrication et très souvent le numéro du brevet.

La monture doit être assez solide pour éviter tout danger de flexion ou de déformation ; elle doit être faite d'un seul morceau : l'emploi des obturateurs à guillotine fonctionnant près du diaphragme compromet la solidité de la monture.

Les pas de vis des divers éléments de l'objectif et de la rondelle doivent être correctement établis, sans excès de jeu ni de serrage : la limite de serrage de chaque vis doit être marquée par deux index tracés à la pointe sèche, en regard l'un de l'autre, sur la partie fixe de la monture et de l'anneau mobile, de façon à ramener toujours les lentilles dans la même position relative initiale.

Pour les tubes d'une certaine longueur, le laiton dur ou le bronze constituent la meilleure matière à employer ; l'aluminium est très léger, mais il faut l'employer sous une certaine épaisseur, car il est généralement assez mou, ce qui provoque une usure très rapide des pas de vis. Depuis quelques années, on emploie un alliage de magnésium et d'aluminium, connu sous le nom de magnalium, qui est aussi

léger que l'aluminium et aussi résistant que le bronze ; cette matière convient fort bien à la construction des montures d'objectifs à cause de sa légèreté et de son inaltérabilité relative.

La partie antérieure de l'objectif porte un bouchon qui sert surtout à préserver l'objectif des chocs, de la poussière, etc.; ce bouchon, en gaînerie, servait autrefois d'obturateur arrêtant les rayons lumineux ; il est bon qu'il soit assez serré sur l'appareil.

La monture est munie d'une embase filetée : cette embase doit être établie conformément aux décisions des Congrès de photographie (I, **818**); elle sert à fixer l'objectif sur la planchette de la chambre noire et doit comporter un nombre de trous de vis suffisant pour assurer la solidité de l'appareil.

§ 2. — Essai optique des objectifs.

1518. Avantages de la méthode optique. — La méthode optique permet d'obtenir rapidement les renseignements pratiques sur la valeur d'un objectif, et cela à l'aide d'un matériel assez simple que devrait posséder toute Société photographique. Si l'essai pratique des objectifs était fait dans les Sociétés à l'aide d'un matériel d'une construction facile, on amènerait forcément les opticiens à publier d'une façon exacte les diagrammes, coefficients, etc., montrant la grandeur des diverses aberrations en tous les points du champ pour chacun des objectifs de leurs catalogues. Il y aurait à cela le grand avantage que l'acheteur pourrait, en toute connaissance de cause, choisir le meilleur marché des instruments suffisamment corrigés pour l'utilisation spéciale qu'il a en vue ; faute de telles indications, on est conduit à se procurer le modèle le plus coûteux par crainte qu'un instrument de prix moindre ne puisse rendre les services que l'on en attend ; de là, augmentation de dépenses souvent inutile.

Dans chaque type d'objectifs, même dans les instruments les plus justement réputés, les corrections ne sont jamais absolues : l'une des corrections est plus parfaitement réalisée que les autres.

La mesure des aberrations résiduelles, mesure que l'on peut faire facilement avec une précision suffisante pour les besoins de la pratique, constitue la partie la plus importante de l'essai des objectifs.

1519. Méthode de M. Clay. — Les appareils nécessaires à l'application de cette méthode[1] peuvent être facilement établis par l'opérateur lui-même à l'aide du matériel qui se trouve dans tous les ateliers de photographie.

La détermination des *points nodaux* N N_1 (*fig. 1*), (voir t. I, p. 2), s'effectue à l'aide de deux planchettes portant chacune à leur partie supérieure une échancrure en V, fixées verticalement, à peu de distance l'une

1. *Photography*, 1901, p. 110; *la Photographie*, 1901, p. 70.

de l'autre, sur une tablette horizontale C (*fig. 2*). L'objectif en essai repose librement dans ces échancrures; un certain nombre de trous sont percés dans la tablette de base, à un demi-centimètre environ les uns des autres, en position telle qu'ils soient tous situés exactement dans le plan vertical qui contient l'axe des objectifs disposés sur le support. Un gros clou A est

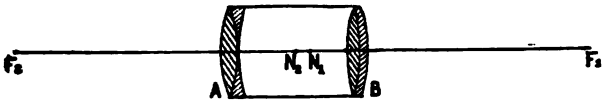


Fig. 1.

fixé, la pointe en haut, dans une autre tablette qu'il dépasse de quelques centimètres, de façon à s'engager dans l'un des trous du support. Si les trous sont percés d'un diamètre tel que la pointe n'y pénètre qu'à frottement, on peut fixer la tablette inférieure, faire pivoter le support et, par conséquent, l'objectif autour de l'axe vertical A.

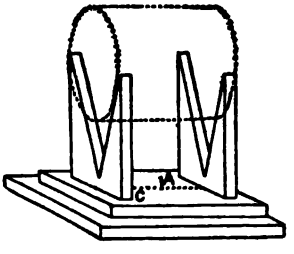


Fig. 2.

A l'aide de cet appareil, la détermination des points nodaux s'effectue comme l'a indiquée M. Moessard. On met au point en visant un objet éloigné, girouette ou paratonnerre, et on fait osciller autour de A le support sur lequel est placé l'objectif. On constate que l'image se déplace sur l'écran, et ce déplacement est d'autant plus faible pour une même amplitude d'oscillation (qui doit d'ailleurs être petite) que le point nodal est plus rapproché de l'axe de rotation. Si cet axe est en avant du point nodal N (*fig. 3*), l'image semble tourner autour du même axe que l'objectif et dans le même sens; si l'axe est en arrière du point nodal (*fig. 4*), la rotation se fait en sens inverse de celle de l'objectif. On avance ou on recule l'objectif en introduisant la pointe A dans l'un ou l'autre des trous percés dans la planchette de base, on avance ou on recule l'écran pour que l'image s'y forme nette après le déplacement de l'objectif, on arrive alors à déterminer deux ouvertures de la planchette dont l'une est en avant, l'autre à l'arrière de l'axe qui permettent d'amener l'objectif en position exacte en la faisant glisser sur ses supports jusqu'à ce que l'image reste fixe pendant la rotation de l'objectif.

Il suffit de mesurer la distance entre le pivot et l'écran : c'est la distance

focale principale de l'objectif. Le point nodal d'incidence est sur la verticale qui passe par le pivot; on peut donc marquer facilement sa position si la tige qui termine ce pivot est assez longue.

On peut répéter cette mesure en retournant l'objectif bout pour bout; les deux distances focales constatées doivent concorder.

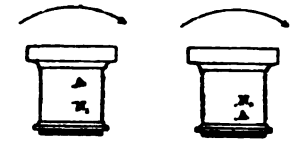


Fig. 3.

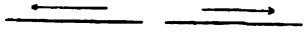


Fig. 4.

La détermination de cette distance focale principale peut d'ailleurs être faite sans se servir d'objets éloignés et en utilisant une méthode d'auto-collimation. Les rayons issus du foyer S (*fig. 5*) sortent parallèlement à l'axe de l'objectif; si, au sortir de l'objectif et perpendiculairement à cet axe, on place un miroir M, chaque rayon sera réfléchi suivant sa direction primitive et reviendra au foyer principal S. Si l'objectif est monté sur le sup-

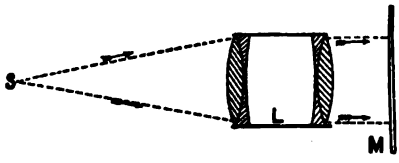


Fig. 5.

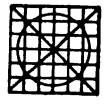


Fig. 6.

port employé dans la détermination précédente et si l'image du point S continue à coïncider avec le point lumineux lui-même, malgré la rotation du support autour du point A, c'est que le point nodal est sur l'axe de rotation, et la distance focale est représentée par l'intervalle compris entre le point de rotation et le point lumineux. En pratique, il vaut mieux, au lieu d'un point lumineux, utiliser un petit objet tel qu'un fin quadrillé (*fig. 6*) fortement éclairé. Ce quadrillé peut être soit une image photographique sur verre douci, soit un dessin tracé à l'encre de chine sur verre douci; il suffit que sur ce verre douci F (*fig. 7*) le dessin occupe une surface d'environ 1 centimètre carré. Une source lumineuse S à grande surface est disposée

derrière ce dessin. On limite l'accès de la lumière à la surface occupée par le dessin en disposant derrière lui une plaque de zinc Z ou toute autre substance opaque munie d'une ouverture de même dimension que le dessin. La face du verre portant le dessin doit être en face de l'objectif L. Derrière ce

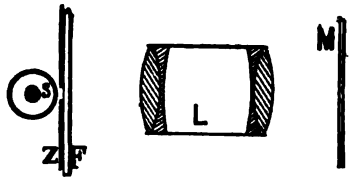


Fig. 7.

dernier, on dispose un miroir M renvoyant sur l'objectif la lumière qui en provient. La position de ces diverses pièces est d'ailleurs réglée de telle sorte que la lumière ramenée sur l'écran F forme sur celui-ci une tache voisine de l'ouverture éclairée; ce ne sera généralement qu'une tache, mais en déplaçant l'objectif entre le miroir et l'écran on peut arriver à former une image nette du dessin côte à côte avec le dessin lui-même. On déplace alors légè-

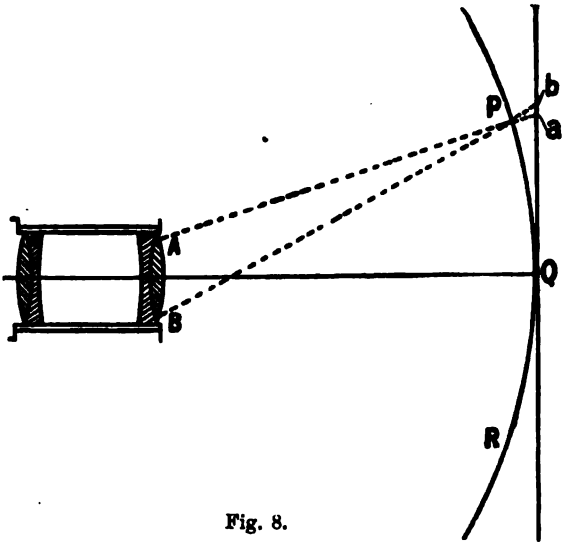


Fig. 8.

rement le miroir pour amener l'image en coïncidence exacte avec l'objet. On fait alors tourner l'équipage sur son pivot. Généralement, on constate un déplacement de l'image qui ne coïncide plus avec le dessin lui-même; on déplace alors l'axe de rotation jusqu'à ce que, malgré les oscillations imprimées au système, la rotation de l'objectif n'ait plus aucun effet sur la position de l'image. La distance du pivot à l'écran représente la distance focale principale; cette mesure s'effectue très rapidement.

Le même appareil permet de déterminer la *courbure du champ* PR (*fig. 8*). On dirige l'avant de l'objectif vers le miroir, l'arrière vers l'écran; on amène en coïncidence l'image de l'ouverture et l'ouverture elle-même, la glace dépolie étant perpendiculaire à l'axe de l'objectif; on incline le miroir de la position M_1 (*fig. 9*) à la position M_2; on déplace l'image en I_1 I_2 I_3, centimètre par centimètre, et l'on constate qu'à partir d'une certaine position

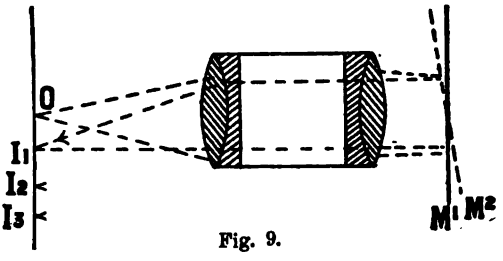


Fig. 9.

l'image n'est plus reçue avec sa netteté maxima. Pour obtenir cette netteté, il faut avancer ou reculer l'écran, l'objectif restant fixe pendant toute la durée de cet essai qui doit être répété de chaque côté du centre de l'image. Si la glace dépolie est perpendiculaire à l'axe de l'objectif, le déplacement de l'écran est le même pour deux positions symétriques de l'image. On reporte sur une feuille de papier quadrillé les positions de l'écran et l'on obtient ainsi une section plane de la surface focale, section plane qui donne la valeur de la courbure du champ.

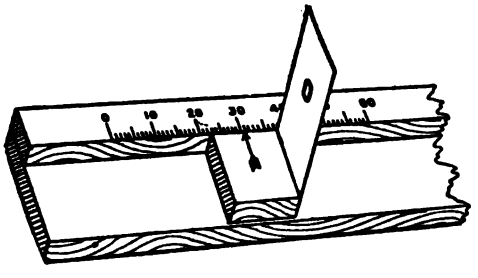


Fig 10.

Lorsque l'on arrive aux bords de la plaque, on constate qu'on ne peut obtenir d'image parfaitement nette dans aucune position de l'écran : pour une certaine position, les lignes horizontales seront seules nettes; dans une autre, ce seront les lignes verticales; aucune de ces deux positions n'est la bonne. Le verre dépoli doit être arrêté dans l'intervalle, en position telle que le foisonnement des lignes soit le même dans toutes les directions, et notamment pour les diagonales tracées sur le dessin.

Ces mesures s'effectuent très facilement si le verre dépoli est monté sur un bloc de bois bien dressé glissant le long d'une règle divisée (*fig. 10*). On peut rendre plus doux les mouvements de glissement en collant du drap

mince sur les deux parois du bloc mobile qui sont en contact avec les planchettes servant de guide; il suffit d'appuyer le bloc de bois sur la règle graduée pendant son déplacement pour le conserver toujours parallèle à lui-même. Les meilleures dimensions à donner à ce curseur sont 0m025 d'épaisseur et 0m080 à 0m108 de longueur et de largeur; sa base doit être exactement plane, de façon à n'avoir aucune tendance à basculer.

Pour la comparaison de deux objectifs de distances focales différentes, les nombres représentant ces écarts doivent être multipliés et non divisés par les distances focales correspondantes; deux objectifs sont, à ce point de vue, d'égale valeur si aux mêmes distances du centre de l'image ces produits sont égaux.

Soit un objectif à portraits de distance focale égale à 0m146. Le tableau suivant donne en centimètres les nombres observés ou calculés; les écarts

DISTANCE DE L'IMAGE examinée au centre de l'écran.	POSITION DU CURSEUR SUR L'ÉCHELLE		DÉPLACEMENT DE L'ÉCRAN		ÉCARTS	PRODUIT DES ÉCARTS par la DISTANCE FOCALE	COEFFICIENT DE COURBURE
	Image à gauche du centre.	Image à droite du centre.	A gauche.	A droite.			
0	29,90	29,90					
1	29,87	29,90	0,03	0,00	0,03	0,43	0,43
2	29,83	29,85	0,07	0,05	0,12	1,75	0,44
3	29,75	29,77	0,15	0,13	0,28	4,09	0,454
4	29,65	29,68	0,25	0,32	0,47	6,86	0,426

sont obtenus par la somme des déplacements de l'écran. En désignant par p le produit des écarts par la distance focale, nombre fourni par l'avant-dernière colonne du tableau, par d la distance en centimètres de l'image examinée au centre de la glace dépolie, le coefficient de courbure C sera

$$C = \frac{p}{d^2}.$$

Dans le cas actuel, pour la dimension d'épreuve considérée, la valeur moyenne du champ de courbure est

$$C = \frac{1,750}{4} = 0,438.$$

La mesure de l'*astigmatisme* (B, p. **16**) revient à la mesure du déplacement qu'il faut donner à l'écran entre la position de netteté des lignes horizontales et celle des lignes verticales. L'appareil qui a servi à la mesure de la courbure du champ peut être utilisé pour la mesure de l'astigmatisme sur les bords du champ. On met d'abord au point sur l'écran aussi près que pos-

sible du centre; on fait tourner l'objectif autour de son point nodal d'émergence jusqu'à ce que l'obliquité des rayons utilisés soit la même que celle des rayons concourant aux bords extrêmes du champ, c'est-à-dire jusqu'à ce que SK (*fig. 11*) soit égal à la demi-diagonale de la plaque utilisée. On déplace l'écran jusqu'à ce que les lignes horizontales aient leur netteté maxima; on note cette position et on cherche à amener nette l'image des

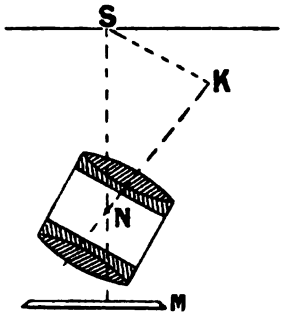


Fig. 11.

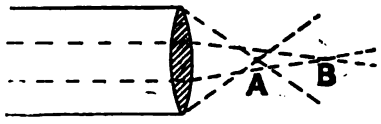


Fig. 12.

lignes verticales; on note cette nouvelle position. Le déplacement de l'écran entre ces deux positions mesure l'astigmatisme de l'objectif.

Pour opérer avec précision, il est nécessaire que les lignes dont on cherche à former l'image soient très fines. On peut, pour cette mesure, découper dans un carton une ouverture de 0m002 à 0m003 de diamètre sur laquelle on tend en croix deux cheveux. Les deux cheveux doivent être tendus sur celle des faces du carton tournée vers l'objectif.

Quand on veut comparer l'astigmatisme sur des objectifs de distances

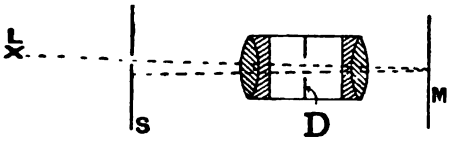


Fig. 13.

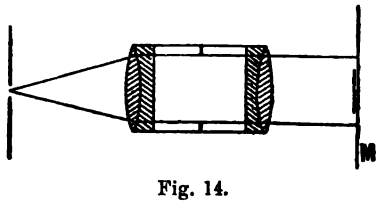


Fig. 14.

focales différentes, l'écart constaté doit être divisé par la distance focale, et, de plus, les axes des divers objectifs essayés doivent faire le même angle avec le plan de l'écran. On donnera à cet angle une valeur maxima de 25° pour les objectifs ordinaires et de 40° pour les objectifs grand angulaire.

La correction de l'*aberration de sphéricité* (*fig. 12*), le défaut d'aplanétisme se déterminent à l'aide d'une légère modification dans l'appareil. On diaphragme assez fortement l'objectif, on met au point et on note la position de l'écran (*fig. 13*); on ramène l'objectif à sa pleine ouverture, et, pour admettre les rayons marginaux tout en supprimant les rayons centraux, on colle sur le miroir, vis-à-vis le centre de l'objectif, un disque de papier, de

façon à couvrir le centre du cercle éclairé sur le miroir : les rayons marginaux sont seuls réfléchis et utilisés à la formation de la nouvelle image; on déplace l'écran jusqu'à ce que l'on obtienne la netteté maxima : ce déplacement mesure l'aberration de sphéricité (*fig. 14*). Pour la comparaison de divers objectifs, la valeur de l'aberration doit être divisée par le nombre qui mesure la distance focale.

L'essai relatif à l'*aberration chromatique* ou *foyer chimique*, si l'on se limite à la portion du spectre relative aux radiations visibles, s'effectue à l'aide du même appareil. Il suffit de déterminer la position du foyer en interposant entre la source lumineuse et la fenêtre éclairée un écran bleu, puis un écran rouge. On utilise une cuve de verre à faces bien parallèles contenant de l'eau céleste (bleu), un mélange d'arsénite de cuivre et de bichromate de potasse (vert), un mélange d'un sel ferrique et d'un sulfocyanate alcalin (rouge), etc. On constate que lorsqu'on remplace un des écrans colorés par l'autre, il faut légèrement déplacer l'écran pour obtenir le maximum de netteté de l'image; la valeur de ce déplacement représente l'aberration chromatique entre les deux couleurs considérées. Pour les comparaisons, elle doit être divisée par la distance focale moyenne. Il est clair que cet essai ne peut être fait que pour la partie visible du spectre.

1520. Méthode de M. le colonel Moessard. — On peut faire l'étude optique d'un objectif photographique sans utiliser d'appareils spéciaux; étudier un objectif, c'est étudier l'espace optique d'émergence de cet appareil. Les rayons lumineux qui traversent un objectif donnent naissance à des images réelles plus ou moins nettes, plus ou moins régulières que l'on peut recevoir sur un écran. L'espace relativement assez borné qui contient les divers points de rencontre des rayons formant l'image constitue l'*espace optique d'émergence* de l'objectif; *l'espace optique d'incidence* comprend toute l'étendue comprise entre une sphère de rayon 2F et l'infini.

La détermination de l'axe optique principal s'effectue de la manière suivante. L'objectif à mesurer étant monté sur une chambre ordinaire privée de sa glace dépolie, installée dans un cabinet noir, on dévisse sa partie postérieure et l'on place une feuille de carton opaque blanc, percé d'un petit trou, en face de la concavité du groupe antérieur de lentilles; ce carton est maintenu par un support quelconque muni d'une pince et posé sur la queue même de la chambre noire. Une bougie allumée, tenue à la main derrière le carton, fait de ce trou une source lumineuse dont le miroir concave constitué par la surface du verre donne par réflexion une image réelle, que l'on cherche à recevoir sur le même carton en faisant varier à cet effet sa distance à la lentille; on déplace alors le carton dans son plan jusqu'à ce que cette image nette vienne se confondre

avec le trou qui lui donne naissance : à ce moment le trou est sur l'axe principal. On procède de même pour la face extérieure de cette même lentille sans la bouger, en rapprochant assez le carton pour avoir nette une seconde image du trou, fournie par les rayons réfléchis, à l'intérieur du verre sur cette face : on a ainsi un second point de l'axe. Pour augmenter le pouvoir réflecteur de cette seconde face, on y construit une petite cuvette en cire C que l'on emplit de mercure (*fig. 15*).

Pour repérer dans ces diverses positions le carton et son trou, on munit la chambre de sa glace dépolie et l'on fait marcher le tirage jusqu'à ce que cet écran vienne se plaquer contre le carton laissé immobile. Un point d'encre posé à travers l'ouverture sur le verre marquera la trace de l'axe optique sur le verre dépoli. La seconde

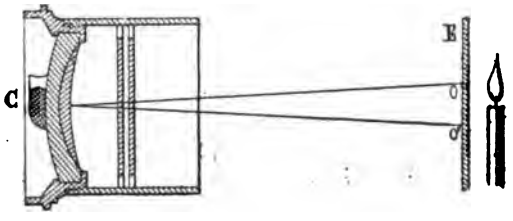


Fig. 15.

opération, si la chambre et l'objectif sont bien construits, doit donner le même point; sinon il y aura lieu, par une construction graphique ou par le calcul, en partant de ces deux positions déterminées, de déduire le point de passage de l'axe optique sur l'écran pour toute position du chariot mobile.

Dévissant ensuite la partie antérieure de l'objectif et revissant la partie postérieure, on détermine de même en avant deux points de l'axe optique que l'on repère sur un écran ou mieux sur une mire verticale en carton blanc qui servira aux opérations ultérieures. Cette mire doit avoir son centre sur l'axe optique même.

Lorsque l'on mesure la longueur focale principale par la méthode de MM. Davanne et Martin (A, **1040**) et que l'objectif n'est pas exempt de distorsion, il convient d'opérer de la façon suivante. On trace sur le carton mire deux circonférences concentriques, de rayons aussi différents que possible, et on les reproduit sur l'écran dépoli. S'il n'y a pas de distorsion, les images de ces deux cercles coïncide-

ront en même temps avec les cercles de l'écran et la position correspondante sera bien la mise au point cherchée. En cas de distorsion, cette coïncidence simultanée des grands et des petits cercles est impossible à réaliser; on retiendra la mise au point pour les petits cercles. La distance focale conclue de cette expérience sera un peu trop petite ou un peu trop grande, selon qu'à ce moment l'image du plus grand cerçle sera plus grande (distorsion en croissant) ou plus petite (distorsion en barillet) que le cercle tracé sur la mire.

Pour déterminer la surface focale principale, l'objectif en essai étant monté sur une chambre aussi grande que possible, on vise des objets très éloignés et très nets, tels que des maisons, dont les images occupent tout le verre dépoli, du centre aux bords. On a tracé sur ce verre une horizontale graduée de centimètre en centimètre à partir du centre. On met exactement au point, à l'aide de la loupe, les objets correspondants à ces diverses graduations; l'on marque chaque fois la position du charriot sur la queue de la chambre. On peut alors construire la courbe méridienne de la surface focale cherchée : les abscisses sont données par la graduation du verre dépoli et les ordonnées par les déplacements du chariot à partir de la position de mise au point du centre. Dans tous ces essais, on notera le diaphragme employé.

On mesure *l'aplanétisme* en répétant cette même opération avec divers diaphragmes. On reconnaît le défaut d'aplanétisme en mettant au point sur l'axe optique avec le plus grand diaphragme : on marque la position du chariot; on répète la même opération avec un diaphragme très différent. L'objectif est aplanétique si la position du chariot est la même dans les deux cas, sinon il n'y a pas aplanétisme et l'aberration est d'autant plus grande que l'écart est plus considérable.

La mesure de la *netteté* ou du *foisonnement* (qui est son inverse) en un point quelconque du plan focal peut se faire à l'aide d'une loupe munie d'un micromètre et examinant l'image aérienne qui vient se former dans le plan du micromètre. Pour cela, on remplace la glace dépolie par une glace polie sur laquelle on applique le micromètre. L'oculaire micrométrique complet doit être court et large, surtout si l'on a affaire à des objectifs très lumineux. Quand on ne dispose pas d'un tel oculaire, on observe l'image sur la glace finement dépolie, ou encore on se sert d'un micromètre tracé sur un verre douci, et l'on observe l'image aérienne.

Pour mesurer le foisonnement, on dirige la chambre vers des objets offrant, détachées sur le ciel, des lignes droites verticales (tiges de paratonnerre), ou horizontales (fils télégraphiques), assez ténues et assez éloignées pour que leur image théorique soit très faible. Connaissant la distance d en centimètres de l'objet, la distance focale principale f de l'objectif et le diamètre Δ de l'objet, l'image *théorique* aura un diamètre

$$\delta = \frac{\Delta f}{d}.$$

Supposons que l'image *théorique* de l'objet visé ait une largeur de $\frac{1}{b}$ de millimètre. On met au point aussi exactement que possible et l'on constate à l'aide du micromètre qu'en réalité l'objet a une largeur apparente L; comme il y a foisonnement L représente : 1° la largeur théorique; 2° deux autres quantités dont chacune d'elles est égale à la moitié du foisonnement d'un point. Le foisonnement d'un point étant $\frac{1}{n}$, chacune de ces quantités est égale à $\frac{1}{2}\frac{1}{n}$, et par conséquent

$$L = \frac{1}{b} + \frac{1}{2n} + \frac{1}{2n} = \frac{1}{b} + \frac{1}{n};$$

et comme l'on a calculé la valeur théorique de $\frac{1}{b}$, la mesure de L faite au micromètre permet de déduire la valeur du foisonnement $\frac{1}{n}$. Le plus souvent $\frac{1}{b}$, largeur de l'image théorique, est négligeable par rapport à L; dans ce cas L mesure le foisonnement.

On répétera cette opération sur les diverses zones de la surface focale, zones dont on aura le rayon en notant la distance du micromètre au centre de l'écran dépoli.

En pratique, on s'arrête au foisonnement de $\frac{1}{10}$ de millimètre, mais cette valeur est arbitraire. Il est certain qu'il faut le restreindre pour des images destinées à recevoir plus tard un fort agrandissement; dans ce cas, il faut des images d'une netteté de $\frac{1}{20}$ ou $\frac{1}{25}$ de millimètre. On peut, au contraire, l'augmenter et aller jusqu'à

$\frac{2}{10}$ ou $\frac{2,5}{10}$ pour les images de dimensions moyennes sans que l'on éprouve l'impression ressentie en présence d'une image *manquant de netteté.*

La *profondeur de foyer* pour un foisonnement donné $\frac{1}{p}$ s'obtient expérimentalement en posant le micromètre au centre de la plaque et faisant marcher le chariot en avant, puis en arrière, jusqu'à ce que l'image de la tige choisie ait une largeur égale au foisonnement limite donné. L'écart des deux positions trouvées est la profondeur de foyer. En faisant les mêmes observations en différentes régions de l'écran dépoli, on aura autant de doubles points dont l'ensemble limite le *volume focal* de foisonnement $\frac{1}{p}$.

La *profondeur de champ* pour le foisonnement $\frac{1}{p}$ se déduira de l'observation sur l'écran, laissé immobile par rapport à l'objectif, des images d'objets à deux distances diverses qui foisonnent à $\frac{1}{p}$, ces images étant amenées successivement au centre de l'écran. Ces deux objets limiteront le champ en profondeur.

La *distance hyperfocale* se détermine en mettant au point, au foisonnement $\frac{1}{p}$, sur un objet fort éloigné et cherchant l'objet le plus rapproché, dont l'image, formée au centre, soit aussi au foisonnement $\frac{1}{p}$. L'éloignement de ce dernier objet est la distance hyperfocale.

On peut d'ailleurs, dans un objectif quelconque, calculer aisément la profondeur de foyer, la profondeur de champ et la distance hyperfocale d'après les formules

$$P_f = \frac{2f\varepsilon}{o} + 2\varepsilon s,$$

$$P_c = 2(f + d')\frac{\varepsilon}{o}\frac{\varepsilon f^2}{d'^2},$$

$$D_h = \frac{f}{2}\frac{o}{\varepsilon} = \frac{f^2}{2\varepsilon s},$$

en désignant par ε la limite de netteté, ou limite de foisonnement

$\frac{1}{p}$ diminué du foisonnement minimum $\frac{1}{n}$, o le diamètre du faisceau lumineux, $\frac{1}{n}$ étant le foisonnement sur la surface focale, à hauteur du point nodal d'émergence, f la distance focale principale des rayons marginaux qui rasent le bord de l'ouverture du diaphragme. Si l'aplanétisme n'est pas complet (ce qui est toujours le cas), f varie avec le diaphragme, ce qui montre *qu'en pratique* la profondeur de foyer n'est pas absolument indépendante de l'objectif; d' représente la distance du plan choisi au foyer principal d'incidence : cette quantité varie avec ce foyer et, par conséquent, avec ce diaphragme dans les objectifs non aplanétiques; o est le diamètre utile et $\frac{o}{f} = \frac{1}{s}$ est le diamètre relatif de l'objectif. Pour construire le *volume focal*, on calcule la profondeur du foyer sur chaque axe secondaire, en prenant pour $\frac{1}{n}$ la valeur du foisonnement mesuré sur cet axe, foisonnement qui va en augmentant quand on s'écarte de l'axe principal.

Le *diamètre utile* o est le diamètre du faisceau cylindrique des rayons incidents parallèles à l'axe qui ne sont pas arrêtés par le diaphragme. Pour les objectifs diaphragmés en avant de la lentille le diamètre utile o est justement égal au diamètre réel d du diaphragme. Si le diaphragme est disposé en arrière d'une ou plusieurs lentilles, on obtient le diamètre utile en multipliant d par un coefficient constant pour un objectif donné : ce nombre est le *coefficient de diamètre utile* ω. Ce coefficient croît avec la distance qui sépare le diaphragme de la lentille d'incidence et avec le pouvoir convergent de cette lentille. On peut mesurer ce diamètre utile en mettant au point sur un objet très éloigné. On substitue alors à la glace dépolie un carton percé d'un petit œilleton au point de rencontre de l'axe optique principal; on applique l'œil contre cet œilleton et l'on pose sur la face antérieure de l'objectif un compas dont on ouvre les pointes jusqu'à ce qu'elles paraissent situées aux deux extrémités d'un même diamètre du cercle lumineux perçu dans l'objectif. L'écartement de ces pointes mesure le diamètre utile o. Pour avoir le coefficient de diamètre utile ω, il suffit de diviser le diamètre utile o par le diamètre réel du diaphragme d.

La détermination des surfaces focales d'astigmatisme s'effectue en utilisant comme mire un carton blanc portant en noir des circonfé-

rences concentriques équidistantes et des droites issues du centre sous des angles égaux (*fig. 16*). En cas d'astigmatisme, la mise au point soignée n'est pas la même pour les rayons et pour les circonférences. On met au point le centre *o* de la figure et on lit, sur la graduation de la chambre, le déplacement en avant ou en arrière qui correspond à la mise au point des diverses circonférences : on obtient

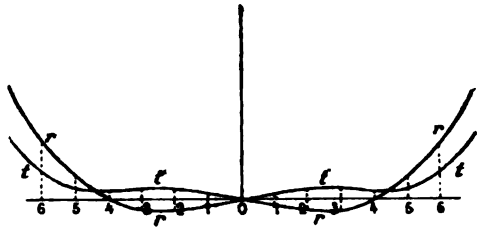


Fig. 16.

ainsi les ordonnées 1 *t*, 2 *t*,.., 6 *t* de points de la section méridienne de la surface d'astigmatisme tournant. Les abscisses 01, 02..., 06 sont les rayons respectifs (*fig. 17*) de l'image de chaque circonférence

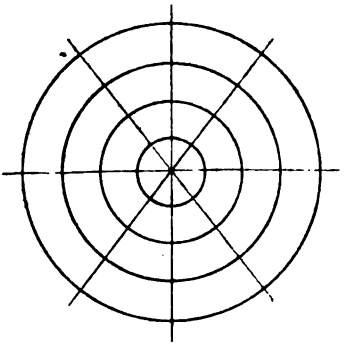


Fig. 17.

mise au point, mesurés sur la glace dépolie. On construira de même la section méridienne *xvz* de la surface d'astigmatisme rayonnant en mettant au point sur les rayons à leur intersection avec les circonférences successives.

On obtient les surfaces focales principales d'astigmatisme en opérant sur une mire très éloignée ou sur une combinaison de deux tiges éloignées, déliées et dirigées l'une suivant la verticale, l'autre

suivant l'horizontale. On fait tomber leur intersection sur la trace de l'axe optique, on met au point sur la glace dépolie, on déplace convenablement la chambre et l'on met de même cette intersection au point sur les diverses zones de la glace dépolie dont les distances sont connues ; on connaît donc les abscisses et les ordonnées permettant de construire les méridiennes des surfaces.

La *surface d'astigmatisme moyen* sera déterminée directement par les conditions qu'elle donne même netteté dans les deux sens. La *courbure de champ* est la courbure de cette surface focale moyenne.

La mesure du *champ plan*, de foisonnement limite donnée (ou champ de netteté) se fait en braquant la chambre sur des objets éloignés et examinant à l'aide du micromètre à quelle distance du centre de l'image se produit le foisonnement limite. L'écran transparent ou la glace dépolie utilisés pour cette recherche doivent être de dimensions supérieures à celles de ce champ. L'*angle de champ* est égal au double de l'angle au sommet d'un triangle rectangle ayant pour base le *demi-champ plan* et pour hauteur la *distance focale principale.*

Il est important de déterminer si l'objectif soumis aux essais présente ou non de la *distorsion.* En l'absence de distorsion lorsque l'on fait la mesure de la distance focale principale, les images de tous les cercles tracés sur la mire viennent à la fois en coïncidence avec les cercles égaux tracés sur l'écran. S'il y a distorsion, la coïncidence n'a lieu, dans chaque position du chariot, que pour un de ces cercles. On établit cette coïncidence pour le plus petit cercle. L'écart entre l'image et le tracé des autres cercles mesure la distorsion correspondant au champ linéaire égal au rayon de chaque cercle.

La *clarté absolue*, la *clarté actinique* de l'objectif ne peuvent être mesurés sans appareils spéciaux (t. I, p. 352). Le *rapport de clarté* ou diamètre relatif $\frac{1}{s}$ d'un diaphragme s'obtient en divisant le diamètre utile de ce diaphragme par la distance focale principale. Ce diaphragme sera numéroté :

$\frac{s^2}{100}$ dans le système du Congrès international ;

$\frac{s^2}{10}$ dans le système Dallmeyer ;

$\frac{s^2}{16}$ dans le système anglais ;

$\frac{10000}{s^2}$ ou $\frac{2500}{s^2}$ dans les systèmes Zeiss.

L'absence de *foyer chimique* (achromatisme) se reconnaît en examinant une image à teintes plates, intenses et crues, et s'assurant sur l'écran transparent de la chambre, à l'aide de la loupe de mise au point, que toutes les couleurs paraissent bien sur le même plan.

1521. Emploi du tourniquet. — Le tourniquet du colonel Moessard (t. I, p. 323) permet d'effectuer l'étude complète de la marche des rayons dans un objectif et d'établir graphiquement l'ensemble des phénomènes dont l'objectif est le théâtre. Il suffit de placer dans l'objectif, en avant et le plus près possible de la face antérieure de la première lentille, un rond de carton mince ou de papier noir dans lequel on a pratiqué une série de petites ouvertures circulaires de 0^m002 à 0^m003 de diamètre au centre, au milieu et au bord; en général, ces ouvertures sont closes, sauf une qui laisse passer le faisceau de rayons dont on veut étudier la marche[1].

§ 3. — Essai photographique des objectifs.

1522. Méthode de M. Houdaille. — Pour rendre la comparaison des objectifs plus facile, M. Houdaille a modifié son mode opératoire (**B, 1314**). Il fixe la mire à une distance invariable du verre dépoli, qui est de 2 mètres pour les objectifs de 0^m05 à 0^m35 de foyer et de 4 mètres pour les foyers supérieurs à 0^m35. De cette façon, la limite du foisonnement imposé à l'objectif est moindre pour les appareils à court foyer, ce qui est rationnel, car une image doit être d'autant plus fine qu'elle est plus réduite et qu'elle doit être regardée de plus près.

Comme mire, M. Houdaille emploie des toiles métalliques de six numéros différents :

Numéros.....	30	55	70	80	110	130	160
Diamètres de mailles..	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{12}$ mm.

Ces toiles métalliques sont fixées sur un disque de zinc percé de

1. P. Moessard, *l'Objectif photographique*, p. 104. Paris, Gauthier-Villars, éditeur.

six ouvertures correspondantes et éclairées à travers une glace dépolie par une lampe à pétrole.

En faisant varier, en avant et en arrière de la position normale sur laquelle on a exécuté la mise au point, la distance de la mire de quantités telles que l'écart focal qui en résulte soit de 0m004 du foyer, on produit sur un même négatif trois épreuves de cette mire. La comparaison de ces trois épreuves décèle l'existence et la position d'un foyer chimique.

1523. Méthode d'essai simplifiée. — On peut réaliser à peu de frais un appareil d'essai simplifié[1] dont l'emploi a été recommandé par M. Houdaille. Il suffit d'un mètre en ruban chiffré en noir sur fond blanc et d'un morceau de toile métallique n° 55 dont on entoure le verre d'une lampe ordinaire. Le mètre et la partie antérieure du verre de lampe sont disposés dans un même plan vertical à 2 mètres du verre dépoli de la chambre noire, munie de l'objectif en essai; on diaphragme à $\frac{1}{8}$ et, après mise au point soignée sur la toile métallique, on imprime une épreuve à la pose de une minute.

La longueur de la distance focale principale résulte de la longueur du mètre sur le négatif, conformément au tableau suivant :

Foyer.	Longueur du mètre sur le négatif.	Coefficient de réduction.
10	56	17,9
12	69	14,5
14	82	12,5
16	96	10,4
18	111	9,0
20	127	8,8
22	146	6,8
24	161	6,2
26	180	5,5

Si l'image de la toile métallique n'est pas nette sur le négatif, l'objectif possède un foyer chimique, tandis que si les mailles de la toile sont bien distinctes, la finesse au centre est suffisante.

Le champ de netteté résulte de la différence de lecture des gradua-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 323.

tions du mètre nettement lisibles. Les longueurs qui doivent paraître nettes sur l'image pour diverses séries d'objectifs sont inscrites dans le tableau suivant :

Objectifs.	Diamètre relatif.	Longueur nette.
A portraits.....	*f*/4.....	0m50 à 0m70
Rectiligne symétrique...	*f*/8.....	0 85 à 1 15
Anastigmat.....	*f*/8.....	1 50 à 2
Simple.....	*f*/16.....	1 20 à 1 40
Grand angle symétrique.	*f*/16.....	1 30 à 1 50
Grand angle anastigmat.	*f*/16.....	2 » à 2 80

Les chiffres les plus faibles correspondent à des objectifs de qualité médiocre ; les plus élevés ne sont pas dépassés.

Le champ de visibilité (qu'il ne faut pas confondre avec le champ de netteté) résulte de la longueur *visible* du mètre sur l'image. On peut passer de cette longueur à l'angle de champ à l'aide du tableau suivant :

Longueur visible.	Angle de champ.
1m65.....	50°
2 05.....	60°
2 50.....	70°
3 05.....	80°
3 60.....	90°

1524. Méthode de M. Cousin. — M. Cousin a modifié la méthode du colonel Moessard en remplaçant le micromètre du tourniquet par un tube de cuivre ayant environ 0m08 de diamètre et 0m20 de longueur, complètement fermé à son extrémité postérieure, sauf une petite ouverture circulaire de un demi-centimètre de diamètre pratiquée sur l'axe de l'appareil, ouverture que l'on ouvre ou que l'on ferme à volonté. Derrière cette extrémité est placée une petite glace sensible portée dans une sorte de châssis excentrique qui, sous l'action d'un mouvement hélicoïdal, vient présenter en face de l'ouverture les divers secteurs de la glace sensible à des distances variables de l'objectif (B, **1315** *bis*).

Ce dispositif très ingénieux peut s'appliquer à toutes les mesures faites par le tourniquet. Il permet d'enregistrer photographiquement toutes les observations, quelles qu'elles soient, qu'on peut faire avec

cet appareil et fournit, par conséquent, un document irréfutable à l'appui de ces observations ; de plus, il est peu coûteux, puisqu'il ne nécessite que l'emploi de petites plaques ; les opérations se font d'ailleurs très rapidement[1].

1525. Précision des images photographiques. — MM. Lumière et M. Perrigot ont étudié les causes de l'imperfection des images photographiques, et sont arrivés à des résultats qui ont une très grande importance pour l'interprétation des essais des objectifs par la méthode photographique usuelle.

L'imperfection des images obtenues dépend de la diffusion dans la cou-

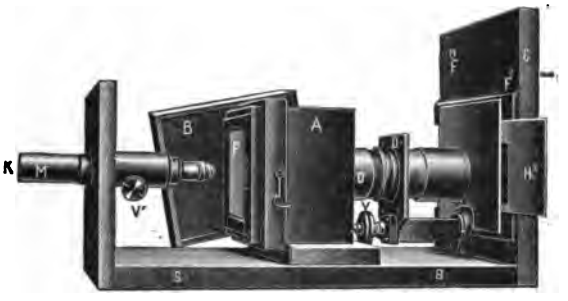


Fig. 18.

che sensible, des erreurs de mise au point provenant de la concordance incomplète du verre dépoli et de la plaque, enfin de l'aberration chromatique résiduelle.

Pour déterminer l'importance de chacune de ces causes et l'influence qu'elles peuvent avoir sur la netteté des images, ils ont construit un appareil disposé dans un laboratoire obscur dont une des parois présente une ouverture destinée au seul passage du faisceau lumineux utile. L'appareil se compose d'une chambre noire A (*fig. 18*) solidement fixée au moyen d'un support S contre la paroi C d'un laboratoire obscur. L'objectif O est monté sur une platine de microscope D, munie d'une vis micrométrique V qui permet de faire varier la distance de l'objectif à la plaque sensible et d'effectuer la mise au point avec une grande précision. Une lame de glace parfaitement plane et portant sur sa face antérieure de fines rayures est disposée en P dans une feuillure ménagée dans la partie postérieure de la chambre noire. Cette glace peut être remplacée par une plaque sensible plane, qui prend exactement sa place au moment de l'exposition et qui est maintenue contre la feuillure au moyen d'un ressort fixé sur le fond B de l'appareil ; un microscope M est disposé en arrière, confondant son axe avec l'axe principal de l'objectif et permettant d'observer l'image aérienne

1. P. Moessard, *l'Objectif photographique*, p. 135.

d'une mire située à quelques mètres de distance, image qui est formée par l'objectif en essai.

On commence par régler le microscope M en agissant sur la vis V′ et examinant les rayures tracées sur la face antérieure de la glace; à l'aide de la vis V′, en examinant par l'oculaire K, on met au point les rayures.

Sans modifier cette mise au point, on agit sur la vis V jusqu'à ce qu'en observant toujours par l'oculaire *k* on obtienne, dans le plan des rayures, une image aussi nette que possible de la mire.

On ferme l'obturateur H et, sans rien déranger au système, on remplace la glace P par une plaque sensible, puis on ferme la chambre noire au moyen de la planchette B. La couche sensible se trouve alors exactement à la place qu'occupait la surface rayée avant cette substitution.

A l'aide de cet appareil, on peut constater que la granulation de la couche sensible est la cause principale du manque de précision des images. Les particules de bromure d'argent diffusent la lumière qui les frappe, étalent les images et diminuent ainsi la netteté dans des limites d'autant plus étendues que les grains de la préparation sont plus gros. Avec les plaques préparées à l'aide des émulsions spéciales utilisées dans la photographie des couleurs par le procédé Lippmann aucun grain n'est visible au microscope et les négatifs obtenus supportent très bien des agrandissements considérables.

L'influence de faibles erreurs dans la mise au point n'est pas négligeable. En utilisant la vis micrométrique pour la mise au point, on peut écarter la plaque sensible du plan focal en deçà et au delà de ce plan. Pour un quart de tour de la vis micrométrique les images photographiques examinées avec le grossissement de 75 diamètres commencent à perdre de leur netteté; cette vis ayant un pas de $0,^{mm}05$, la tolérance de demi-tour correspond donc à $0,^{mm}025$.

Cette condition de tolérance n'est pas d'ailleurs absolue; elle dépend d'autres causes multiples, des constantes de l'objectif, de la correction de ses aberrations, de l'ouverture, etc.

L'aberration chromatique résiduelle peut fausser la mise au point précise faite à l'aide de cet appareil. En faisant une série de négatifs les uns en deçà, les autres au delà de la mise au point oculaire, on peut, avec un objectif quelconque, se rendre compte de l'importance de cette aberration.

L'emploi du diaphragme permet bien d'augmenter la netteté générale des images en corrigeant certaines aberrations et en augmentant la profondeur de foyer; mais si l'on considère seulement la région centrale de l'image, on constate que sa précision est d'autant plus considérable que l'ouverture de l'objectif est elle-même plus grande.

Il suit de là que, lorsqu'on voudra obtenir sur une plaque photographique l'image extrêmement précise d'un objet situé dans un plan perpendiculaire à l'axe optique de l'objectif et dans le voisinage de cet axe, image susceptible d'être grossie fortement, il faudra réaliser les conditions suivantes :

1° Faire usage de plaques photographiques sans grains, analogues à celles que l'on emploie dans la méthode interférentielle;

2° Recourir à un dispositif spécial permettant une mise au point aussi parfaite que possible;

3° Modifier la mise au point si l'objectif a un foyer chimique;
4° Si les aberrations de l'objectif sont suffisamment bien corrigées, opérer avec l'ouverture maximum.

1526. Détermination des constantes d'un objectif. — M. Chartier[1] a indiqué un moyen rapide de déterminer la longueur focale principale f, l'intervalle nodal i et enfin les points nodaux. Il suffit pour cela de faire deux agrandissements a et a' rigoureusement mesurés et de connaître les distances *totales* λ et λ' correspondantes et mesurées rigoureusement, du négatif que l'on veut agrandir à la surface sensible.

On sait que λ se compose de trois quantités : 1° une première longueur δ mesurant la distance au point nodal d'incidence du négatif à agrandir

$$\delta = f + \frac{f}{a};$$

2° De l'intervalle nodal i;
3° D'une longueur partant du point nodal d'émergence jusqu'à la surface sensible

$$\Delta = f + f + a;$$

par suite,

$$\lambda = f + \frac{f}{a} + i + f + f + a,$$

ce qu'on peut écrire

$$\lambda - i = f\left(1 + \frac{1}{a} + 1 + a\right):$$

Désignons par C le coefficient proportionnel des unités de foyers contenues dans λ des agrandissements :

$$C = \lambda - i : f \qquad f = \frac{\lambda - i}{C}.$$

On aurait de même

$$\lambda' = f\left(1 + \frac{1}{a'} + i + 1 + a'\right)$$

et

$$f = \frac{\lambda - i}{C'},$$

d'où

$$\frac{\lambda - \lambda'}{f} = a - a' + \frac{1}{a} - \frac{1}{a'}.$$

On peut donc déterminer f. Multipliant f par C ou par C', on obtient $\lambda - i$ ou $\lambda' - i$ et par suite i; enfin, en multipliant f par $1 + \frac{1}{a}$, on obtient δ, et portant cette distance du négatif vers l'objectif, on a le point nodal d'incidence, puis avec l'écart i, on obtient le point nodal d'émergence.

En admettant la fixité de la position des points nodaux pour toutes les échelles d'agrandissement, l'inconvénient de la méthode provient de la nécessité de faire des mesures très exactes au voisinage de l'axe principal et

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 308.

sur une dimension de champ d'image peu étendue pour éviter les effets de la distorsion. Toute erreur, même faible, dans les mesures influe d'une façon très sérieuse sur l'exactitude des résultats.

1527. Remarques sur les essais des objectifs. — On peut admettre qu'il n'existe pas d'objectifs exempts d'aberrations et que, de plus, il est extrêmement rare de trouver deux objectifs identiques. Si l'essai montre que deux objectifs sont complètement et rigoureusement pareils au point de vue optique, on peut admettre que l'on a mal opéré ou que la méthode d'essai n'est pas suffisamment précise. Les différences qui existent entre deux objectifs quelconques tiennent à des causes multiples, inévitables, parmi lesquelles il convient de citer la composition ou l'homogénéité des verres, la valeur des épaisseurs, des écartements, des rayons de courbure des lentilles, etc. En particulier, les épaisseurs et les courbures des lentilles sont toujours légèrement modifiées au polissage, les retouches finales sont plus ou moins complètes, etc., toutes différences qui deviendront perceptibles par un essai rigoureux fait par une bonne méthode : il en existe de nombreuses permettant d'établir un classement de mérite entre les objectifs, de déterminer leur valeur générale et de distinguer les excellents des médiocres ou des mauvais.

Les méthodes permettant de faire les essais les plus précis sont basées sur l'emploi de mires rapprochées munies de voyants de netteté dont les images peuvent être suffisamment réduites pour dépasser le pouvoir séparateur de l'objectif, alors même que l'image se forme suivant l'axe de l'objectif. La détermination de ce pouvoir séparateur maximum suivant l'axe et obliquement à cet axe (ou à une distance du centre de l'image) permettra toujours d'établir les différences qui existent entre divers objectifs.

En pratiquant ces essais, on ne tarde pas à constater que la stabilité du matériel photographique généralement employé laisse à désirer, et que pour des essais très précis, il est utile d'employer l'éclair magnésique, qui permet d'opérer en une minime fraction de seconde. Si l'on essaie à la lumière du jour, il convient de soustraire les appareils aux causes d'ébranlements extrêmement multiples qui se produisent dans tous les ateliers. Dans ce cas, les mires, objectifs et instruments d'essai seront supportés par un équipage analogue à celui utilisé en phototypographie (B, *fig. 203*). Les cordes et crochets qui supportent la mire et les appareils les mettent à l'abri de tout foisonnement provenant d'ébranlements.

Les procédés photographiques qu'il convient d'employer sont soit le procédé du collodion humide, soit celui du gélatino-bromure lent, c'est-à-dire dont la couche est dépourvue de grain. Ces plaques doivent être recouvertes d'un enduit anti-halo. Si l'on utilise le procédé du collodion humide, il convient d'opérer sur verre jaune, ou mieux sur glace jaune. Les défauts de planité que présente la surface du verre constituent une cause d'erreur à laquelle il est possible de se soustraire en employant la glace.

L'inconvénient principal de la méthode photographique d'essai des objectifs provient de ce que l'épreuve exécutée ne donne que les renseignements relatifs à un seul plan focal d'étendue forcément limitée à celle de la plaque; elle ne s'applique de même qu'à un diaphragme donné. Si l'on veut augmenter la somme des renseignements recueillis, on est obligé d'exécuter plusieurs négatifs en faisant varier la distance focale et le diaphragme, ce qui entraîne certaines dépenses en raison de la consommation de plaques et de produits que cette méthode implique. A cet inconvénient il convient d'ajouter celui provenant de la difficulté de faire les mesures de longueur et de foisonnement sur un négatif porté par une plaque de verre qui n'offre aucune prise aux pointes d'un compas. En revanche, la méthode photographique offre le double avantage d'étudier l'objectif dans les conditions mêmes de son emploi, sur les effets qu'il est destiné à produire, et de conserver la trace de l'expérience à laquelle on a procédé et une preuve des résultats qu'on en a déduits, tandis que dans la méthode optique l'opération ne laisse aucune trace. Cette opération se fait d'ailleurs plus vite et plus économiquement.

Ces avantages et ces inconvénients font que dans bien des cas il il y a lieu d'appliquer conjointement les deux méthodes d'essai en transformant les chiffres obtenus en une construction graphique claire et complète; avec le bulletin d'essai on livre une feuille signalétique.

1528. Feuille signalétique. — On dessine une ou plusieurs sections planes axiales de l'espace optique d'émergence. Pour cela, sur une feuille de papier quadrillée au millimètre, on trace une série de droites divergentes émanées d'un même point et représentant les axes secondaires issus du point nodal d'émergence. On prend pour origine des coordonnées le point nodal d'émergence, et, si les points des surfaces et des volumes focaux ont été déterminés par la méthode

Houdaille ou par les méthodes analogues donnant des coordonnées rectilignes, on place ces points à l'aide des abscisses et des ordonnées qui forment le quadrillé. Si ces points ont été fournis par le Tourniquet, ils sont déterminés par leurs coordonnées polaires ; dans les deux cas, les courbes continues menées par les points déterminés sur le papier constituent une représentation exacte, complète et lisible des phénomènes optiques dont l'espace considéré est le théâtre. Sur ce tracé, on fait ensuite toutes les mesures de surface ou de longueur et tous les relevés géométriques dont on peut avoir besoin. Ce tracé constitue la feuille signalétique qui doit toujours accompagner l'objectif qu'elle définit[1].

M. le colonel Moessard a fait établir des feuilles lithographiées[2] permettant d'effectuer rapidement ces constructions graphiques. Ces feuilles d'essai, grâce à des imprimés très détaillés, permettent de grouper les résultats de l'examen extérieur, de l'examen optique, et de consigner en un tableau toutes les mesures prises au Tourniquet.

Quelquefois, on cherche simplement à se rendre compte d'une façon générale des variations de l'une des propriétés de l'objectif; dans ce cas, on se contente de figures schématiques dont on établit la loi à sa guise; par exemple, s'il s'agit d'étudier l'astigmatisme d'un ou plusieurs objectifs, on trace deux axes de coordonnées rectangulaires : les abcisses représenteront le demi-angle de champ et les ordonnées la projection sur l'axe optique principal de la *différence astigmatique*, c'est-à-dire de la longueur focale rayonnante diminuée de la longueur focale tournante, autrement dit de la différence de la mise au point des horizontales et des verticales observée dans une bande horizontale contenant l'axe optique. On prend souvent comme unité de longueur des ordonnées le $\frac{1}{100}$ de la distance focale principale de chaque objectif (B, p. **131**).

On peut aussi prendre pour ordonnée le demi-angle de champ, et pour abscisses les distances des points d'astigmatisme au point focal principal. On a alors deux tracés, l'un pour l'astigmatisme rayonnant et l'autre pour l'astigmatisme tournant. L'effet est rendu plus sensible en prenant une échelle plus grande pour représenter les écarts du plan focal; ces écarts doivent être au moins décuplés.

1. Moessard, *l'Objectif photographique.*
2. Chez Gauthier-Villars, Paris.

§ 4. — Diaphragmes.

1528. Diaphragmes. — Il existe trois types de diaphragmes : le diaphragme iris, le diaphragme tournant et les diaphragmes à vannes.

Le diaphragme iris (t. I, p. **146**) est presque exclusivement employé aujourd'hui. Le plus simple a été proposé par Noton (*fig. 19*). Le fonctionnement de ce diaphragme doit être assez dur pour ne pas céder sous le moindre effort et à l'insu de l'opérateur. Il doit être assez doux pour qu'on ne risque pas en le manœuvrant de faire tourner l'objectif dans sa rondelle ou les lentilles dans la monture;

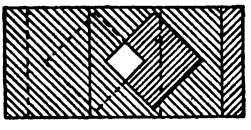


Fig. 19.

enfin, les lamelles doivent être en assez grand nombre pour que l'ouverture soit toujours sensiblement circulaire.

Ces lamelles ont été établies en laiton, en acier, en celluloïd, en ébonite. Ces dernières substances ont l'avantage de ne pas se rouiller et de rester constamment noire; mais on doit proscrire leur emploi pour les objectifs de projection.

Le diaphragme tournant est surtout employé pour les objectifs stéréoscopiques. Il permet, plus facilement que le diaphragme iris, de réaliser l'égalité parfaite des deux ouvertures. Le mouvement de rotation doit exiger un certain effort, le fonctionnement doit être assez dur et le cran d'arrêt qui fixe ses différentes positions doit agir de façon bien nette. Il doit, d'ailleurs, être établi de telle façon que les rayons solaires ne puissent pénétrer dans l'objectif par la fente qui donne passage à la plaque.

Les diaphragmes à vannes sont à peu près exclusivement réservés aujourd'hui aux objectifs à portraits ou à ceux qui servent pour reproductions; le dispositif du diaphragme à vannes permet l'emploi d'ouvertures variées (rectangulaires, carrées, en croix, etc.) utiles pour certains travaux de phototypographie.

1529. Numérotage des diaphragmes. — Les divers systèmes de numérotage des diaphragmes ont tous pour base le diamètre *réel*, le diamètre *utile* ou le diamètre *relatif* du diaphragme. Le diamètre réel d est le diamètre même de l'ouverture circulaire ou sensiblement circulaire du diaphragme.

Le diamètre utile o est le diamètre du faisceau cylindrique des rayons incidents parallèles que le diaphragme laisse passer à travers l'objectif.

Le diamètre relatif $\frac{o}{f}$ est le rapport du diamètre utile à la distance focale principale. On le représente par $\frac{1}{s}$.

Le Congrès de 1900 a décidé que chaque diaphragme serait caractérisé par la valeur de la fraction qui exprime le diamètre utile du diaphragme en prenant comme unité de longueur la distance focale absolue de l'objectif; chaque diaphragme portera aussi la valeur du carré du dénominateur.

Les systèmes de numérotage des diaphragmes sont assez nombreux. On a affecté à chaque diaphragme un nombre proportionnel au temps de pose. Dans ce mode, le numéro N est proportionnel à s^2.

$$N = K \times s^2.$$

Cette constante K n'est pas la même pour les divers systèmes.

Les Congrès internationaux de photographie de 1889 et de 1891 (t. I, **168**; A, **1085**; B, **1348**) ont pris comme unité le diamètre relatif $\frac{1}{s} = \frac{1}{10}$; donc

$$1 = K \times 100,$$

$$K = \frac{1}{100},$$

$$N_{C.I} = \frac{s^2}{100}.$$

Quand le diamètre relatif est supérieur à $\frac{1}{10}$, N$_{C.I}$ prend la forme de fraction; or, comme l'a fait observer M. le commandant Legros[1], le diamètre relatif ne peut être représenté comme l'expression ni

1. *Congrès international de photographie*, 1900, p. 86. Paris, Gauthier-Villars.

d'un maximum, ni d'un minimum, ni d'une moyenne. A l'époque du Congrès de 1889, le diamètre relatif $\frac{1}{4}$ était dépassé, comme nous l'avions fait observer; il n'est d'ailleurs pas possible d'assigner un maximum au diamètre relatif, car $\frac{1}{1}$ est aujourd'hui dépassé.

Le numérotage en progression géométrique a toujours été employé par Dallmeyer, par Harisson et Schnitzer[1], et par plusieurs autres constructeurs. Le premier système d'unité $\frac{1}{10}$ présentant des inconvénients, le Congrès de 1900 a été d'avis d'adopter le numérotage des diaphragmes ayant pour base $\frac{f}{n}$, f étant égal à l'unité.

Le second système est celui de la Société photographique de la Grande-Bretagne (Uniform System Numbers) U. S. N. : le chiffre 1 est réservé au diaphragme de diamètre relatif.

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{4},$$

$$1 = K \times 16,$$

$$K = \frac{1}{16},$$

et par suite $$N_{U.S.N.} = \frac{s^2}{16}.$$

Le troisième système est celui de Dallmeyer, ayant pour unité

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{\sqrt{10}};$$

par conséquent $$1 = K \cdot 10,$$

$$N_D = \frac{s^2}{10}.$$

Avec ces deux derniers systèmes, on n'a pas à employer de nombres fractionnaires dans la pratique courante, car les objectifs de diamètres relatifs supérieurs à $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{3,1}$ sont bien rarement employés.

Le deuxième mode de numérotage consiste à donner à chaque dia-

1. Voyez Van Monckhoven, *Optique photographique*, 1865, p. 139. — *Traité général de photographie*, 6e édition, 1872, pp. 141, 151.

phragme un numéro proportionnel à la clarté et par conséquent à $\frac{1}{s^2}$,

$$N = K \frac{1}{s^2}.$$

La valeur de K a été d'abord 10000, puis 2500; la première valeur de cet ancien système de Zeiss correspond à

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{100}.$$

$$N^3 1 = \frac{10\,000}{s^2}.$$

Dans le second système

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{50},$$

$$1\,K = \times \frac{1}{2500},$$

$$K = 2500,$$

$$N_{z_2} = \frac{2500}{s^2},$$

et par suite

$$N_{z_2} = \frac{NZ_1}{4}.$$

Les numéros du second système sont quatre fois moindres que ceux du premier, ce qui est avantageux au point de vue de la rapidité des calculs.

Le troisième mode de numérotage consiste à affecter aux diaphragmes une graduation donnant *le diamètre réel d;* c'est le seul système réellement pratique avec les trousses d'objectifs, et ce système était adopté dès l'année 1865 dans les trousses construites par Darlot. Dans les montures d'objectifs de Zeiss gradués par ce système, l'échelle ne porte pas toutes les variations de diamètre, de millimètre en millimètre, mais on a seulement gravé les chiffres

3 4 6 8 12 17 24.

Les carrés de ces nombres vont à peu près en doublant

9 16 36 64 144 289 576.

Le diamètre réel d, le diamètre utile o et le diamètre relatif $\frac{1}{s}$ variant proportionnellement, il résulte de cette graduation que lorsque l'index passe de l'un des chiffres gradués au suivant, la clarté et le temps de pose sont, l'un en doublant, l'autre en diminuant de moitié.

En désignant par ω le coefficient de diamètre utile $\frac{o}{d}$ et par z_3 ce troisième mode de numérotage, on a :

$$N_{z_3} = d \qquad \frac{1}{s} = \frac{d\omega}{f} = \frac{Z_3\omega}{f}.$$

Le quatrième mode de numérotage adopté par le Congrès international de photographie de 1900 consiste à indiquer le diamètre relatif.

1530. Comparaison des divers modes de numérotage. — Les formules suivantes résument les divers modes de numérotage des diaphragmes.

Système des Congrès 1889, 1891 :

$$N_{C.1} = \frac{s^2}{100}, \qquad \frac{1}{s} = \frac{10}{\sqrt{N_{C.1}}}.$$

Système anglais U. S. N :

$$N_{U.S.N.} = \frac{s^2}{16}, \qquad \frac{1}{s} = \frac{4}{\sqrt{N_{U.S.N.}}}.$$

Système Dallmeyer :

$$N_D = \frac{s^2}{10} \qquad \frac{1}{s} = \frac{\sqrt{N_D}}{10}.$$

Premier système Zeiss :

$$N_{z_1} = \frac{10000}{s^2}, \qquad \frac{1}{s} = \frac{\sqrt{N_{z_2}}}{100}.$$

Deuxième système Zeiss :

$$N_{z_2} = \frac{2500}{s^2}, \qquad \frac{1}{s} = \frac{\sqrt{N_{z_2}}}{50}.$$

Troisième système de Zeiss :

$$N_{z_3} = d, \qquad \frac{1}{s} = \frac{d\omega}{f} = \frac{N_{z_3}\omega}{f}.$$

Dans tous ces systèmes, pour savoir le temps de pose qui convient à une ouverture quelconque de l'iris, il suffit de connaître quel serait le temps de pose pour une autre ouverture, celle prise pour unité par exemple. On fait alors varier le temps de pose comme l'indique le chiffre lu si le numérotage est fait d'après le temps de pose; au contraire, si le diaphragme est gradué d'après les clartés, on fait varier le temps de pose inversement au chiffre lu.

Le tableau page 43 donne la comparaison des divers modes de numérotage des diaphragmes; il permet de déterminer quel est le mode de graduation adopté dans un objectif. Pour cela, on examine d'abord si la graduation décroît ou augmente avec le diamètre du diaphragme, c'est-à-dire avec la clarté; ce dernier cas est celui du système Zeiss. On lit sur la monture le diamètre relatif maximum qui sert à caractériser la série dont fait partie l'instrument, soit 1/8; on lit sur l'anneau gradué le chiffre qui correspond au plus grand diaphragme et l'on cherche ensuite sur le tableau à quel système il peut s'appliquer. Si ce chiffre est compris entre $\frac{1}{2}$ et 1, on a le numérotage C. $I._1$; entre 4 et 8, c'est le système Dallmeyer; s'il est égal à 4, c'est le système U. S. N.; s'il est compris entre 256 et 128 ou entre 64 et 32, c'est le système Zeiss; si le chiffre représente le diamètre réel, c'est le troisième système Zeiss.

1531. Vérification de l'exactitude du numérotage. — On mesure le diamètre utile et la distance focale correspondant à un diamètre donné; en divisant l'un par l'autre ces deux nombres, on obtient le rapport de clarté $\frac{1}{s}$ ou diamètre relatif de ce diaphragme. On peut alors vérifier à l'aide du tableau de comparaison si le numérotage est correctement établi.

Certains constructeurs ont une tendance, d'après les indications fournies par leurs catalogues, à annoncer un rapport de clarté plus grand qu'il ne l'est en réalité; ceci tient à ce qu'en général ils indiquent une longueur focale principale plus courte qu'elle ne l'est. Ils confondent quelquefois cette longueur focale principale avec la longueur du tirage, quantités qui sont bien distinctes, la longueur du tirage étant mesurée par la distance qui sépare du verre dépoli la dernière surface de l'objectif.

1532. Diaphragmomètre univelsel. — M. L. Gaumont a établi sous le nom de *diaphragmomètre universel*[1] un dispositif spécial susceptible de s'adapter à toutes les montures d'objectifs et permettant de connaître

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 394.

COMPARAISON DES MODES DE NUMÉROTAGE DES DIAPHRAGMES

DIAMÈTRES relatifs C. I.$_2$	CHIFFRES PROPORTIONNELS AU TEMPS DE POSE C. I.$_1$ $\frac{s^2}{100}$	Dall. $\frac{s^2}{10}$	U.S.N. $\frac{s^2}{16}$	A LA CLARTÉ Zeiss$_1$ $\frac{10000}{s^2}$	Zeiss$_2$ $\frac{2500}{s^2}$	Zeiss$_3$	DIAMÈTRES relatifs C. I.$_2$	CHIFFRES PROPORTIONNELS AU TEMPS DE POSE C. I.$_1$	Dall.	U.S.N.	A LA CLARTÉ Zeiss$_1$	Zeiss$_2$	Zeiss$_3$
1/2,5	1/16	.	.	.	.		1/18	.	.	.	32	8	
1/3,1	.	1	.	.	.		1/20	4	.	.	.	.	
1/3,2	.	.	.	1024	256		1/22,6	.	.	32	.	.	
1/3,3	1/9	.	.	.	.		1/25	.	64	.	16	4	
1/3,5	1/8	.	.	.	.		1/28	.	.	49	.	.	
1/4	.	.	1	.	.		1/28,2	8	.	.	.	.	
1/4,4	.	2	.	.	.		1/30	9	.	.	.	.	
1/4,5	.	.	.	512	128		1/32	.	.	64	.	.	
1/5	1/4	.	1,56	.	.		1/34	.	128	.	.	.	
1/5,6	.	.	2	.	.		1/36	.	.	.	8	2	
1/5,7	1/3	.	.	.	.		1/40	16	.	100	.	.	
1/6	.	.	2,25	.	.		1/45,2	.	.	128	.	.	
1/6,3	.	.	.	256	64		1/50	.	256	.	4	1	
1/7	1/2	.	.	.	.		1/51,9	27	.	.	.	.	
1/7,2	.	.	.	192	.		1/56,5	32	.	196	.	.	
1/8	.	.	.	162	.		1/64	.	.	256	.	.	
1/9	.	.	5,06	128	.		1/70	.	.	306	.	.	
1/10	1	.	.	.	.		1/71	.	.	.	2	.	
1/11,3	.	.	8	.	.		1/80	64	.	400	.	.	
1/12	.	.	9	.	.		1/90	81	.	.	.	.	
1/12,5	.	16	.	64	16		1/90,5	.	.	512	1	.	
1/14,1	2	.	.	.	.		1/100	100	.	625	.	.	
1/16	.	.	16	.	.								
1/17	.	32	.	.	.								
1/17,3	3	.	.	.	.								

Le chiffre indique en millimètres le diamètre réel du diaphragme.

Le chiffre indique en millimètres le diamètre réel du diaphragme.

immédiatement l'ouverture relative utile à laquelle travaille la combinaison de lentilles employées.

A côté de l'anneau molleté qui commande d'ordinaire le diaphragme iris et qui présente le trait de repère destiné à indiquer les diverses valeurs de l'ouverture, M. Gaumont place une large bague mobile, portant du côté du repère de cet anneau contre lequel il est placé, les indications des ouvertures relatives *f*/10, *f*/14, *f*/20, ou les nombres correspondant à ces ouvertures.

Cette bague peut se tourner à la main et se fixer dans différentes positions parfaitement déterminées et correspondant aux diverses distances focales des objectifs se montant sur le même corps. Ces positions gravées sur la bague se déduisent de l'ouverture du diaphragme à une ouverture relative quelconque, soit *f*/14, par exemple, pour chacune des distances focales des objectifs; cette ouverture relative étant, bien entendu, choisie toujours la même pour chacune des distances focales.

Pour mettre les indications des ouvertures relatives indiquées sur la

Fig. 20.

bague mobile en rapport avec la distance focale de l'objectif employé, il suffit de tourner au préalable cette bague mobile pour l'amener dans la position correspondant à cette distance focale, position gravée sur cette bague pour ce foyer, comme pour tous ceux des objectifs destinés à être employés sur cette monture.

Le diamètre réel du diaphragme ne doit jamais excéder le diamètre de la lentille; au moyen d'un trait tracé à la pointe sèche, on repère sur la bague mobile l'ouverture maxima de l'objectif, ouverture qu'on ne doit jamais chercher à dépasser (*fig. 20*).

Un dispositif analogue au précédent est employé depuis longtemps par la maison Bausch et Lomb de Rochester. Les trousses anastigmatiques établies par cette maison portent une bague mobile, graduée pour les distances focales de la trousse, et qui, à l'aide d'une encoche, est susceptible d'être arrêtée par une goupille. La petite tige qui sert à manœuvrer de l'extérieur le diaphragme iris porte un index qui vient successivement devant chaque trait de la graduation de la bague et indique ainsi le numéro du diaphragme employé avec une combinaison quelconque de la trousse, pourvu qu'au préalable on ait amené devant l'index la graduation qui correspond à cette combinaison de lentille ou à la lentille employée.

CHAPITRE III

CHOIX DES OBJECTIFS A EMPLOYER.

§ 1er. — Influence de la distance focale principale.

1533. Utilité de la détermination des caractéristiques d'un objectif. — Chacune des caractéristiques d'un objectif exerce sur les propriétés de l'image produite une certaine influence. L'échelle de l'image, sa luminosité, son éclat, son étendue, son exactitude, sa finesse dépendent de ces caractères optiques.

Les variations de la distance focale n'exercent qu'une faible influence sur les autres propriétés de l'objectif. Il y a donc lieu d'examiner les motifs qui déterminent le choix de telle ou telle distance focale.

1534. Exactitude de l'effet de la perspective. — Tout objectif exempt de distorsion donne une perspective géométriquement exacte ; l'exactitude de l'effet perspectif varie avec la position de l'œil du spectateur. Pour qu'une épreuve directe soit acceptable et vraie, il faut que sa longueur focale, autrement dit la distance du point nodal d'émergence à la plaque, soit au moins égal à la longueur de la vision distincte, c'est-à-dire à 30 centimètres environ[1]. Soit L l'éloignement du sujet compté à partir du foyer principal d'incidence, l la distance de la plaque au foyer d'émergence et f la distance focale,

$$f + l \geq 30^{cm}.$$

mais

$$Ll = f^2,$$

$$f + \frac{f^2}{L} \geq 0^m30,$$

1. Voyez P. Moessard *l'Objectif photographique*, p. 157 et suiv., dont nous donnons ici un résumé.

ce qui donne comme limite supérieure de la distance $L + f$, à laquelle on pourra opérer avec un objectif donné pour avoir une distance perspective au moins égale à 0m30,

$$L + f < \frac{30f}{30 - f}.$$

Cette limite est la suivante pour les divers foyers d'objectif.

Foyer de l'objectif.	Limite supérieure de la distance du modèle	
	Au foyer d'incidence.	A l'objectif.
	L	L + f
0m10	0m05	0m15
0,15	0,15	0,30
0,20	0,40	0,60
0,25	1,25	1,50
0,26	1,69	1,95
0,27	2,43	2,70
0,28	3,92	4,20
0,29	22,41	22,10
0,30	Infini	Infini

Ce n'est pas à dire qu'il faille supprimer l'emploi d'objectifs de foyer inférieur à 0m30 environ; mais si on se préoccupe avant toutes choses de l'exactitude de l'effet et de la sincérité du rendu, on doit prendre un objectif de distance focale supérieure à 0m25. Dans le cas contraire, il faudra, pour la voir juste, *amplifier* l'épreuve soit en la regardant à la loupe, soit en l'agrandissant directement, soit en la projetant sur un écran, dans des conditions telles que sa distance perspective, qui sera amplifiée dans le même rapport que ses dimensions linéaires, atteigne au moins la valeur de 0m30.

Pour la perspective, l'emploi d'un foyer trop long ne présente pas d'inconvénient pourvu qu'on dispose d'un recul suffisant pour regarder l'image définitive de son vrai point de vue.

1585. Influence de la distance focale sur les dimensions du matériel opératoire. — Les variations de la longueur focale entraînent des variations de même ordre dans le tirage de la chambre et dans les dimensions des plaques, des châssis, des cuvettes, etc.

Soit T le tirage qui est égal à $f + l$; on a

$$f + l = f + \frac{f^2}{L} = f\left(1 + \frac{f}{L}\right)$$

Si les objets sont assez éloignés pour que $l = \frac{f^2}{L}$ soit négligeable, le tirage sera un peu plus grand que la distance focale principale; il augmente sensiblement pour des objets rapprochés. Par exemple, avec les foyers suivants, le tirage T compté de l'objectif à la plaque sera :

Foyer.	T
10	10,5
15	16,1
20	22
25	28
30	34,5
35	42
40	48

Par conséquent, la longueur du soufflet croît considérablement avec le foyer; les dimensions du châssis négatif, celles du chariot mobile croissent dans la même proportion. On peut admettre que le volume et le poids de la chambre noire croissent comme le cube de la distance focale. Par conséquent, au point de vue du transport, de la dépense et de la facilité de l'emploi, il y a grand avantage à prendre des objectifs de foyers courts.

Cette considération n'a d'importance que pour le travail hors de l'atelier.

§ 2. — Influence de la longueur focale sur le recul et le diaphragme.

1586. Échelle du sujet principal. — L'échelle et les dimensions générales de la photographie sont définies par le foyer de l'objectif et le recul du motif principal d'une vue. L'échelle d'une épreuve est le nombre qui mesure le changement de grandeur subi par le sujet principal pour entrer dans le tableau. Dans toute photographie et dans tout dessin construit suivant les règles de la perspective gnomonique, l'échelle ou rapport de réduction de la nature à l'image n'est constante que pour les longueurs situées dans un

même plan de front. L'échelle du sujet principal n'est autre que le rapport $\frac{1}{m}$ de réduction de l'objet sur lequel on a mis au point; elle est fixée par la formule :

E étant l'éloignement de l'objet compté du point nodal,

T le tirage de la chambre,

$$\frac{1}{m} = \frac{I}{O} = \frac{T}{E} = \frac{f+l}{f+L} = \frac{f}{L}.$$

$$L = mf \qquad l = \frac{f}{m} \qquad E = (m+1)f \qquad T = f\frac{m+1}{m}.$$

En faisant varier le foyer f ou le recul L, on peut donner à l'échelle $\frac{1}{m}$ telle valeur que l'on voudra; si l'on proportionne le recul au foyer, l'échelle sera constante. Quand on est maître de faire varier L à sa guise, il y a lieu d'employer de longs foyers qui fournissent des images nettes sur une plus grande étendue. Il est toujours aisé de ne prendre qu'une partie du champ de netteté, tandis qu'il est impossible d'en dépasser les limites.

Dans bien des cas, L ne peut varier en deçà ou au delà de certaines limites : c'est ce qui se produit dans le travail de l'atelier, parce que le recul ne peut excéder la longueur de la pièce; c'est aussi ce qui a lieu quand le choix de la station est imposé par des conditions artistiques quelconques ou toute autre raison. On choisit alors la distance focale f, on prend un objectif de distance focale d'autant plus grande ou d'autant plus petite que L est lui-même plus grand ou plus petit; pour compenser la diminution du champ plan de netteté, on a recours au diaphragme.

1537. Déformation perspective des objets rapprochés. — L'objectif photographique donne toujours et quand même la perspective gnomonique; or, ce genre de perspective produit souvent des effets choquants et grotesques (mains, pieds rapprochés de l'objectif, etc.). On peut éviter ces effets, car on dispose de trois variables : 1° le foyer de l'objectif; 2° la distance du modèle à l'appareil; 3° la pose à donner au modèle.

Quand le recul L est limité, il y a avantage à employer de courts foyers. Pour que la dilatation relative des détails d'un portrait soit négligeable, il faut que le modèle soit compris entre deux plans de

front écartés au plus du $\frac{1}{20}$ de la distance de l'objectif au premier de ces plans.

Dans les agrandissements, la dilatation ne change pas; la dilatation absolue est multipliée par l'échelle de grossissement : elle a même valeur que si l'épreuve agrandie avait été exécutée d'après nature.

1588. Influence du diaphragme. — Pour que la netteté des divers plans du modèle soit suffisante sur l'image, il faut que le modèle soit tout entier compris dans la profondeur de champ correspondant au foisonnement limite que l'on s'est imposé.

Soit c la profondeur du champ, $\frac{1}{p}$ la valeur de ce foisonnement limite, $\frac{1}{s}$ le diamètre relatif de l'objectif, et L la distance qui sépare du foyer antérieur le premier plan de front du modèle; on a entre ces quantités la relation

$$\frac{c}{s}f^2 - \frac{2L+c}{p}f - \frac{2L(L+c)}{p} = o;$$

f et c varient en sens contraire : à un foyer plus court correspond une plus grande profondeur de champ. La valeur de f tirée de l'équation ci-dessus est une limite supérieure de la distance focale; cette équation permet de déterminer des tableaux très pratiques.

DISTANCE DU PLAN de FRONT ANTÉRIEUR au foyer d'incidence L	DISTANCE FOCALE PRINCIPALE Limite supérieure du foyer f	RECUL COMPTÉ du MODÈLE A L'OBJECTIF $L+f$	ÉCHELLE DE L'IMAGE $\frac{1}{m}=\frac{f}{L}$
0m50c	5c7m	0m557	1/8
1 »	11	1 11	1/9
1 50	16	1 66	id.
2 »	21	2 21	id.
2 50	26	2 76	id.
3 »	32	3 32	id.
3 50	37	3 87	id.
4 »	42	4 42	id.
4 50	47	4 97	id.
5 »	53	5 53	id.

1539. Profondeur de champ. — Pour le portrait, la profondeur de champ de 0^m10 est bien suffisante. Pour que dans cette profondeur de champ ($c = 0^m10$) tous les détails soient rendus avec une netteté supérieure à $0^{mm},1\left(\frac{1}{p} = \frac{1^{mm}}{10}\right)$, l'objectif employé ayant un diamètre relatif de $\frac{1}{5}$, $\left(\frac{1}{s} = \frac{1}{5}\right)$, on donnera à L diverses valeurs, et à l'aide de l'équation ci-dessus on pourra dresser un tableau donnant les valeurs correspondantes du foyer et du recul, telles que toutes les parties du modèle, comprises entre deux plans de front distants de 0^m10 soient au point à la netteté de $\frac{1}{10}$ de millimètre.

DISTANCE du PREMIER PLAN du sujet au foyer antérieur de l'objectif L	DISTANCE FOCALE					
	10cm	15cm		20cm		
	DIAMÈTRE RELATIF 1/3					
	1/5	1/5	1/10	1/5	1/10	1/20
	PROFONDEUR DE CHAMP					
	$\frac{L^2}{10 - L}$	$\frac{L^2}{22,5 - L}$	$\frac{L^2}{11,25 - L}$	$\frac{L^2}{40 - L}$	$\frac{L^2}{20 - L}$	$\frac{L^2}{10 - L}$
5m	5m	1m,5	4m	0m,7	1m,7	5m
6	9	2 ,3	7	1 ,1	3 ,6	9
7	16	3 ,5	11	1 ,5	3 ,8	16
8	32	4 ,5	20	2	5 ,4	32
9	82	6	36	2 ,7	7 ,5	82
10	Infinie.	8	81	3 ,4	10	Infinie.
11	.	10	90	4	13	.
11,25	.	11	Infinie.	4 ,30	14 ,6	.
15	.	30	.	9	45	.
19	.	108	.	17	365	.
20	.	161	.	20	.	.
22	.	Infinie.	.	27	.	.
30	.	.	.	90	.	.
35	.	.	.	246	.	.
40	.	.	.	Infinie.	.	.

Pour la pratique, on peut dire que pour obtenir tous les traits du visage avec une netteté équivalente, le foyer de l'objectif devra être *au plus* égal

au dixième du recul du modèle, ou, inversement, le recul devra être *au moins* égal à dix fois le foyer.

1540. Profondeur de champ pour le paysage. — En résolvant l'équation **1538** par rapport à la profondeur de champ c, on a

$$c = \frac{2sL(L + f)}{pf^2 - s(2L + f)}$$

Comme dans le paysage f est toujours très petit par rapport à L et que les limites de la profondeur de champ sont assez vagues, on peut écrire, en négligeant f en présence L et 2L

$$c = \frac{2sL^2}{pf^2 - 2sL}$$

ce que l'on peut mettre sous la forme

$$c = \frac{2L^2}{\frac{pf^2}{s} - 2L}.$$

Par conséquent, la profondeur de champ est pratiquement égale pour deux objectifs tels que le rapport $\frac{f^2}{s}$ soit le même; mais

$$\frac{1}{s} = \frac{o}{f}$$
$$\frac{f^2}{s} = fo.$$

Donc, deux objectifs ont même profondeur de champ quand le produit de leur distance focale par le diamètre utile du diaphragme est le même.

On peut calculer aisément les valeurs de c en attribuant diverses valeurs à f, à L et à $\frac{1}{s}$; on prendra pour p la netteté du dixième de millimètre.

Le tableau (p. 51) montre qu'avec un objectif de 0m15 de foyer, diaphragmé à $\frac{1}{10}$, on pourra, selon la mise au point, avoir nets tous les objets situés entre 5 mètres et $5^m + 4 = 9^m$ ou entre 6 et 13 mètres, ou entre 7 mètres et 18 mètres; on pourra ainsi, étant donné un sujet d'une profondeur connue, déterminer l'objectif qu'il convient d'employer.

1541. Distance hyperfocale. — Si dans la formule

$$c = \frac{2sL^2}{pf^2 - 2sL}$$

on cherche la valeur de L qui annule le dénominateur, on obtient la distance hyperfocale H, c'est-à-dire la valeur de L à partir de laquelle la netteté est suffisante jusqu'aux plans les plus reculés, on a :

$$pf^2 - 2sH = o$$
$$H = \frac{pf^2}{2s}.$$

On peut à l'aide de cette formule, en admettant pour p toujours la même valeur $\frac{1}{10}$ de millimètre, dresser un tableau contenant les distances hyperfocales pour des ouvertures déterminées de 1/5, 1/10, 1/20.

Distance hyperfocale.

FOYER DE L'OBJECTIF f	DIAMÈTRE RELATIF $\frac{1}{5}$		
	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{20}$
5m	2m50	1m25	0m62
6	3 60	1 80	0 90
7	5 »	2 50	1 25
8	6 40	3 20	1 60
9	8 »	4 »	2 »
10	10 »	5 »	2 50
11	12 »	6 »	3 »
12	14 »	7 »	3 50
13	16 60	8 30	4 15
15	22 50	11 25	5 62
20	40 »	20 »	10 »
25	62 »	31 »	15 50
30	90 »	45 »	22 50
35	122 »	61 »	30 50
40	160 »	80 »	40 »

Ce tableau montre qu'il y a avantage, au point de vue de la mise au point automatique et invariable, à employer de courts foyers. La distance hyperfocale est très courte pour les courts foyers; elle croît, à égalité de foyer, comme le diamètre relatif du diaphragme, et à égalité de diamètre relatif, comme le carré du foyer.

1542. Dilatation stéréoscopique. — Quand on photographie à très faible distance d'un objectif dont le diamètre des lentilles est relativement grand et que l'objet ne se réduit pas à une carte, un plan, s'il a quelque dimension en profondeur, on obtient une image qui présente les caractères suivants : la netteté, parfaite pour le plan sur lequel a été faite la mise au point, décroît très rapidement en dehors de ce plan; plus on s'en éloigne et plus les détails sont flous et semblent *dilatés* dans tous les sens; des parties qui sont géométriquement invisibles du point de vue paraissent cependant sur le négatif; l'ensemble présente enfin un aspect absurde et paradoxal.

Ces déformations sont très sensibles dans les portraits exécutés de trop près : la figure du modèle s'élargit de partout, les trois faces fuyantes du crâne s'écartent, les oreilles s'avancent et tendent à s'aligner. Ce fait, bien connu, a été désigné à tort sous le nom de *dilatation stéréoscopique;* il constitue une conséquence directe de la limitation du *champ en profondeur,* en raison de l'éloignement du premier plan du sujet, de la distance focale et du diamètre utile de l'objectif[1].

La profondeur de champ diminue rapidement avec L, et quand $L = f$, c'est-à-dire quand le premier plan de l'objet est reproduit en vraie grandeur, la profondeur de champ devient très petite et très sensiblement égale à

$$c = 0^{mm},4 \times s .$$

Par conséquent, pour un objectif diaphragmé à 1/6 la profondeur de champ sera $0^{m}4 \times 6 = 2^{m}4$; pour le diaphragme 1/20 elle sera

$$0^{mm},4 \times 20 = 8^{mm}.$$

Il en résulte que toute les fois que l'on photographie à une distance inférieure à la distance hyperfocale un sujet dont certaines parties sortent du champ en profondeur, ces parties viennent sur l'image avec un foisonnement supérieur à la limite permise et d'autant plus grand quelles sont plus éloignées de ce champ.

Les valeurs à donner au recul, au foyer et au diamètre relatif pour que la dilatation soit négligeable peuvent être calculées en se fixant une valeur limite de cette dilatation et une profondeur de champ *c*. Prenons 1/4 de millimètre et $c = 20^{cm}$. Le tableau indiquera la valeur minima à donner au recul du modèle $(L + f)$ pour que la dilatation stéréoscopique du visage soit inférieure à 1/4 de millimètre.

DISTANCE FOCALE PRINCIPALE *f*	DIAMÈTRE RELATIF		
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{6}$
0m35	5m »	3m50	3m »
0 30	4 30	3 »	2 50
0 25	3 50	2 50	2 »
0 20	2 80	2 »	1 60
0 15	2 »	1 50	1 15
0 10	1 30	0 90	0 70

1. Moessard, *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 178.

Il y a donc avantage, au point de vue de l'effet relatif de la dilatation, à réduire le diaphragme, de façon à pouvoir diminuer le recul, augmenter l'échelle et avoir des images plus grandes avec une dilatation absolue égale. Pour diminuer la dilatation stéréoscopique, on pourra procéder par agrandissement; si cet agrandissement doit être de 10 diamètres, on limitera le foyer et le diamètre par la condition que la dilatation soit inférieure à 1/40 de millimètre. Dans l'épreuve agrandie, la déformation décuplée n'atteindra pas 1/4 de millimètre. On arrivera à ce résultat en posant l'équation de condition :

$$\frac{f^2 c}{23L(L+c+f)} < \frac{1^{mm}}{40},$$

dans laquelle on dispose, le modèle étant choisi, de trois variables L, s et f.

L'importance de la longueur de la distance focale est donc considérable, et l'on peut dire d'une façon générale que les courts foyers conviennent mieux aux paysages et les longs foyers aux portraits. Cette règle est loin d'être absolue. En particulier, pour le paysage, il convient d'avoir au moins trois longueur focales différentes pouvant couvrir la même dimension de plaque et dans les rappprts 1 : 1,5 : 2.

§ 3. — Influence des Aberrations.

1543. Achromatisme. — Le défaut de correction, que l'on désigne sous le nom de foyer chimique, est incompatible avec la mise au point usuelle. Un objectif non achromatique nécessite une *correction de mise au point*. Pour le paysage, si le sujet principal vient faire son image au foyer principal, il faut, après la mise au point optique, déplacer la plaque d'une quantité égale à l'écart du foyer chimique, écart que l'on a calculé ou mesuré lors des essais.

S'il s'agit de reproductions ou d'objets rapprochés, on établit une table de correction permettant de rectifier la mise au point optique d'après les distances du sujet à la glace dépolie. Cette table est surtout utile lorsqu'il s'agit d'objectifs de longue distance focale (0^m80 et au-dessous) pour lesquels la correction du foyer chimique laisse souvent à désirer, défaut qui est parfois racheté par d'autres avantages.

1544. Aplanétisme. — Le manque d'aplanétisme augmente le foisonnement à la partie centrale de l'image; il modifie la profondeur de foyer et fait varier la distance focale avec le diaphragme; enfin, et c'est là le défaut le plus sérieux, il crée autour de chaque point de

l'image une sorte de buée lumineuse, formée de tous les rayons émergents qui concourent en deçà ou au delà de la plaque. L'image est comme voilée, peu précise ; les blancs ne s'enlèvent pas sur les noirs, ce que les praticiens expriment en disant que l'objectif *ne pique pas*.

On doit rejeter tout objectif dans lequel l'aplanétisme n'est pas bien réalisé. Toutes choses égales d'ailleurs de deux objectifs, on choisira celui dans lequel, à même ouverture, l'aplanétisme est le mieux réalisé.

1545. Astigmatisme. — Les défauts produits par l'astigmatisme ne se manifestent qu'à une certaine distance du centre de la plaque. La nature de l'altération se traduit par un manque de netteté. La correction de l'astigmatisme n'est jamais complètement réalisée dans les objectifs photographiques, et il est toujours possible de constater un certain écart entre les rayons marginaux et les rayons centraux. Dans les bons objectifs, le diamètre du champ plan à foisonnement de $0^{mm}1$ et sans astigmatisme est, pour le plus grand diaphragme, au moins égal à la distance focale principale, ce qui correspond à l'angle de champ α tel que

$$\operatorname{tang}\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2} \quad \text{ou} \quad \alpha = 50^{0}.$$

1546. Qualités à sacrifier. — La mesure du foisonnement, du champ, de la distorsion et de la clarté montre que certaines qualités des objectifs s'excluent en quelque sorte l'une l'autre. L'*étendue* exclue la *finesse*, et l'éclairement oblige à sacrifier l'exactitude; on est donc forcé, selon le but que l'on poursuit, de faire certains sacrifices.

Pour le portrait, pour les épreuves instantanées, c'est au coefficient de clarté principal de l'objectif qu'il faut surtout avoir égard. Si les images sont destinées à être agrandies, si elles sont destinées à la projection, les images doivent être fines, et cette condition devient alors aussi importante que l'éclairement. De deux objectifs donnant le même éclairement, on choisira l'objectif à foisonnement minimum pour les épreuves destinées à l'agrandissement.

Pour le paysage, la distorsion n'a pas d'importance : on demande à l'objectif un champ souvent considérable, ce qui exclut la clarté. Cette clarté n'est utile que dans certains cas; on use alors d'objectifs dits rapides. L'emploi d'objectifs constitués par deux ou trois

lentilles accolées permet d'obtenir des images très brillantes, parce qu'elles ne sont pas atténuées et comme noyées dans ce voile léger que produisent dans les objectifs composés les réflexions intérieures multiples. S'il s'agit de vues panoramiques, on donne la préférence aux objectifs à grand angle.

Les reproductions de dessins, œuvres d'art, la métrophotographie nécessitent l'emploi d'objectifs exempts de distorsion, présentant un foisonnement minimum, car, ce que l'on demande dans ce cas, c'est l'exactitude. Pour les premières de ces applications, le champ n'a pas besoin d'être très étendu, et l'on peut utiliser les objectifs à long foyer et à grande ouverture pourvu que la finesse soit suffisante à toute ouverture (1/20 de millimètre sur la plus grande étendue possible du plan focal).

Pour la métrophotographie, il est important que le champ soit étendu afin de pouvoir réunir beaucoup de renseignements sur un seul négatif. L'éclairement peut être faible, et si l'image n'est pas destinée à être agrandie, il est inutile de rechercher trop de finesse, car la précision des mesures graphiques que l'on fera sur les négatifs, précision que l'on évalue d'ordinaire à un quart de millimètre, donne une limite dont le foisonnement reste toujours bien éloigné.

1547. Influence de la composition de l'objectif. — Un objectif photographique est composé d'au moins deux lentilles collées. C'est ce type qui absorbe le moins de lumière, et il en absorbe d'autant moins que ces lentilles sont elles-mêmes moins épaisses.

On admet que chaque verre ajouté en plus à la lentille première absorbe de 5 à 7 % de la lumière totale ; donc l'addition d'un nombre de verres un peu grand (quatre ou cinq) peut diminuer considérablement la clarté ; mais en employant ces sortes d'objectifs on constate que les images ont un aspect brillant, avec des oppositions de tons bien franches, des noirs profonds, des blancs éclatants et une gamme régulière de teintes intermédiaires, qualités qui font que beaucoup d'amateurs utilisent presque exclusivement les lentilles dites *simples*. C'est que ces objectifs, composés de deux, trois, quatre ou cinq verres, n'ont en somme, comme les lentilles simples, que deux surfaces réfléchissantes toujours tournées dans le même sens et dans des conditions telles qu'elles transforment en un faisceau conique très étalé, et, par conséquent, d'effet très faible les rayons deux fois réfléchis qui marchent vers la plaque.

Si pour combattre les autres aberrations on ajoute une deuxième lentille simple ou composée, *séparée de la première* par une couche d'air, on augmente par là même le nombre des surfaces réfléchissantes, et l'on engendre au lieu d'un seul un certain nombre de faisceaux de rayons réfléchis, les uns convergents, les autres divergents. Tous ces rayons amorphes constituent une sorte d'atmosphère vaguement lumineuse qui se superpose aux rayons actifs, atténuant les noirs et recouvrant les demi-teintes d'un glacis uniforme. Les contrastes perdent de leur vigueur, l'image est grise; elle n'a plus le même brillant, bien que la clarté intrinsèque soit plus grande. La quantité de lumière transmise diminue à cause des épaisseurs nouvelles de verre et des réflexions des rayons sur les quatre surfaces. Un objectif formé de deux combinaisons doubles cimentées au baume fournit six faisceaux de rayons doublement réfléchis, sans parler des rayons réfléchis quatre fois et davantage. La clarté intrinsèque tend plutôt à croître parce que le foyer diminue beaucoup et se réduit souvent à la moitié de ce qu'il était dans les lentilles composantes.

On constate surtout ces défauts avec le triplet ou avec l'objectif Petzval à portraits dans lequel le nombre des surfaces s'élève à six (t. I, p. 128) et le nombre des faisceaux de rayons de double réflexion à quinze. C'est là une des raisons pour lesquelles on a renoncé à l'emploi des objectifs doubles pour le paysage et à l'emploi du triplet pour les objets très éclairés. L'effet de ces nombreux rayons réfléchis est peu sensible pour le portrait, car la luminosité du modèle est généralement faible, les tons sont un peu éteints, de telle sorte que les rayons, après double réflexion intérieure, ne donnent rien de dangereux pour l'image. Ce sont ces réflexions à la surface des lentilles qui produisent le défaut connu sous le nom de tache centrale (t. I, p. 27).

1549. Défauts de fabrication. — Certains défauts de fabrication sont sans grande importance; c'est ainsi que la non-coïncidence de l'axe de figure avec l'axe optique n'influe pas sur la nature de l'image. D'autres, tels que légère coloration jaune ou verdâtre des verres, bulles en petite quantité, stries, ont pour effet de diminuer la clarté dans une proportion généralement infime et que l'essai fait toujours connaître; il en est de même d'un léger manque de limpidité.

Les essais révèlent certains défauts qui doivent faire rejeter absolument l'objectif. En particulier, le défaut de centrage des diverses lentilles, les défauts de montage rendent le plus souvent les objectifs inutilisables; on doit renvoyer au constructeur les instruments qui sont entachés de ces défauts.

CHAPITRE IV

DESCRIPTION DES OBJECTIFS PHOTOGRAPHIQUES.

§ 1er. — Classification.

1550. La clarté, base de classification. — La nécessité dans laquelle se trouve l'opérateur d'effectuer rapidement les opérations qui ont pour but d'exposer la plaque sensible à l'action de la lumière ont forcé les opticiens à établir des objectifs à grande clarté, des instruments dits rapides (**1515**). Cette rapidité d'action de l'instrument est indispensable pour certains travaux, tels que le portrait dans l'atelier, les vues instantanées au dehors, etc.; mais la clarté, nous l'avons vu, est exclusive de l'étendue de l'image, ce qui n'a pas d'importance pour l'obtention du portrait, mais en présente une réelle pour les travaux faits au dehors. D'autre part, sur la demande des amateurs qui désiraient avant tout simplifier leur bagage, on a cherché et l'on est arrivé à produire des objectifs dit universels, c'est-à-dire pouvant être utilisés pour les travaux les plus différents. Les solutions extrêmement nombreuses qui ont été proposées ont donné naissance à la production d'une grande variété d'objectifs : ceci résulte de la quantité de variables qui sont à la disposition du constructeur et de la façon dont il interprète les solutions du problème.

On peut donc dire que s'il n'existe et ne saurait exister deux lentilles rigoureusement identiques au point de vue optique, il n'existe pas et ne saurait exister deux objectifs complètement pareils; il est toujours possible de les classer d'après les propriétés suivantes :

1° Clarté; 2° aplanétisme; 3° étendue du champ net de foisonnement $\frac{1}{p}$; 4° nombre de lentilles; 5° nombre de surfaces réfléchissantes.

Ce classement est donc basé sur la clarté, d'une part, et sur les sacrifices qui ont été faits pour réaliser cette clarté; de l'importance de ces sacrifices résulte la classification adoptée dans chaque groupe particulier. Ces groupes peuvent, au point de vue pratique, être déterminés de la façon suivante :

I. Objectifs dont le diamètre utile est supérieur à 1/3,1. Ces instruments sont à peu près exclusivement réservés au portrait dans l'atelier.

II. Objectifs dont le diamètre utile est compris entre 1/3,1 et 1/6,3. Ce sont les objectifs universels extra-rapides, utilisables dans l'atelier et pour le travail au dehors.

III. Objectifs dont le diamètre utile est compris entre 1/6,3 et 1/10. C'est dans cette catégorie que l'on trouve le plus grand nombre d'objectifs nouveaux. Le diamètre utile maximum est encore suffisant pour les portraits bien éclairés dans l'atelier, et le champ de netteté permet d'obtenir des vues de monuments, intérieurs, etc.

IV. Objectifs dont le diamètre utile est compris entre 1/10 et 1/14. Cette catégorie comprend les nouvelles lentilles à paysage, les objectifs à reproduction, certains grands angulaires particulièrement utiles pour les reproductions de monuments.

V. Objectifs dont le diamètre utile est compris entre 1/14 et 1/20. Dans cette catégorie l'on trouve surtout les objectifs à paysages et les grands angulaires spécialement destinés aux reproductions de monuments.

VI. Enfin, la dernière catégorie comprend les objectifs dont le diamètre utile est inférieur à 1/20. A cette diminution considérable de la clarté correspond un accroissement du champ qui permet d'obtenir les plus grands angulaires connus.

Il est clair que cette classification n'a rien d'absolu et que l'on pourrait, par exemple, prendre pour les diverses catégories les objectifs dont les diamètres relatifs entraînent des temps de pose variant comme les nombres

1 2 4 8 16 32 64

Mais ces nombres ne cadrent pas avec les systèmes d'objectifs existant actuellement, tandis qu'avec le système que nous proposons le groupement des objectifs est plus facile au point de vue de la comparaison des instruments des divers constructeurs.

Nous n'avons pas assigné de diamètre relatif maximum aux objectifs, car nous ne croyons pas que l'optique ait dit son dernier mot. Comme nous l'avions fait observer lors du Congrès de 1889, il existait à cette époque des objectifs d'usage courant, de diamètre relatif supérieur à $\frac{1}{3,1}$ (Extra-rapides d'Hermagis, série C de Dallmeyer, etc.). La construction de tels objectifs a été faite en vue de répondre à quelques cas spéciaux. Il peut s'en présenter d'autres nécessitant une luminosité plus grande encore, et rien ne prouve que ces constructions soient irréalisables ; tout ce que l'on peut prévoir, c'est que dans l'état actuel de la technique photographique l'emploi de tels objectifs sera limité ; ce n'est pas une raison pour considérer leur existence comme indigne d'attirer l'attention.

Avant de décrire les objectifs construits dans ces dernières années, nous rappellerons autant que possible, avec renvoi aux travaux originaux, les instruments qui ont été antérieurement réalisés.

§ 1. — Objectifs de diamètre relatif supérieur a *f*/3,16.

1551. Objectif d'ouverture égale à l'unité. — Le Dr Grün, de Londres, a établi des objectifs permettant d'opérer avec le diamètre 1/1 et même 1/0,50. Le principe employé dans la construction de ces objectifs consiste à utiliser des liquides de même pouvoir dispersif que les lentilles de verre qui servent à les contenir[1].

L'emploi des liquides dans la construction des objectifs avait été indiqué par Euler. Blair, Scott Archer, Shadbolt et plusieurs autres avaient employé ou proposé l'emploi des sels d'antimoine en combinaison avec les acides énergiques ; mais ces composés attaquaient rapidement soit la monture, soit certains verres. Sutton a réalisé un objectif panoramique (t. I, p. 80) dans lequel il utilisait l'eau.

Le pouvoir lumineux du nouvel objectif est si grand qu'à l'aide de l'éclairage fourni par un simple bec Auer, on obtient un bon négatif après une seconde d'exposition. Au théâtre, avec l'éclairage ordinaire, les instantanées de la scène sont possibles ; il en est de même pour les intérieurs fortement éclairés par la lumière artificielle.

La dimension couverte par cet objectif est faible et le plus grand

1. *British Journal of Photography*, nº 2139.

côté de la plaque est au plus égal au diamètre de l'objectif. L'instrument est donc très volumineux et très lourd; il exige pour son maniement des soins aussi grands que ceux exigés par un objectif de verre massif; c'est seulement pour les petits formats de plaque, pour les images de petites dimensions que son emploi est pratique.

Avec une telle ouverture et une netteté de $0^{mm},1$, la limite à partir de laquelle tous les objets sont nets est reportée à six cents fois la longueur focale; l'échelle de l'image est donc forcément très réduite et celle-ci doit être agrandie d'une façon suffisante. On est donc obligé de faire usage de plaques à grains très fins, conditions qui excluent une très grande sensibilité.

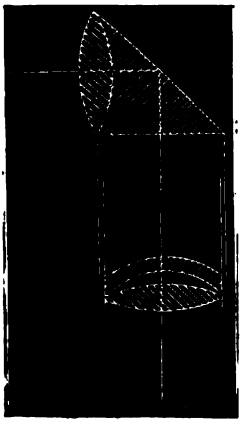


Fig. 21.

1552. — Objectifs de diamètre compris entre 1/2 et 1/2,5. — La construction d'objectifs de très grand diamètre relativement à la distance focale était particulièrement utile lorsque la lenteur des anciens procédés photographiques était une cause fréquente d'insuccès : c'était le cas du procédé du Daguerréotype. J. Wolcott, R. Hodgson[1] avaient établi des objectifs munis d'un miroir redresseur. L'objectif de Wolcott, établi vers 1840, avait $0^{m}305$ de distance focale et $0^{m}178$ de diamètre; la dimension de la plaque couverte était de 51×64^{mm}. L'ouverture utile de cet objectif était probablement très voisine de 1/2 (*fig. 21*).

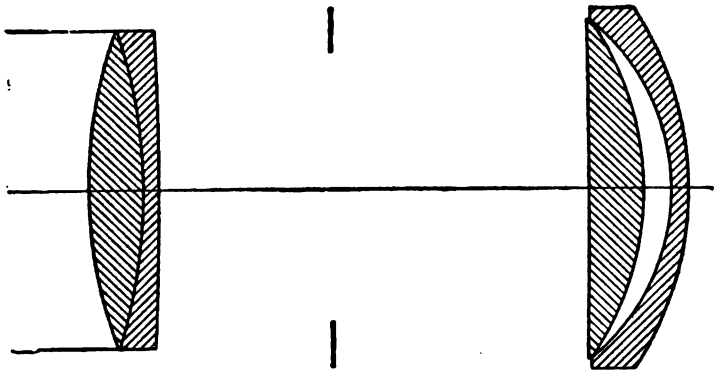


Fig. 22.

Une modification de l'objectif de Petzval a été réalisée par Zincke-Sommer en 1870, modification ayant pour objet d'augmenter le diamètre

1. M. Rohr, *Theorie und Geschichte des Photographischen Objektive*, p. 146.

de l'objectif qui a été porté à 1/2,4. La combinaison postérieure est constituée par un ménisque concave associé à un ménisque divergent (*fig. 22*). Voici d'ailleurs les données de ce système :

Longueur focale = 100mm ;
Ouverture maxima 1/2,4 ;
Champ de netteté.

Rayons de courbure :

$r_1 = 63{,}0$;
$r_2 = 61{,}6$;
$r_3 = 1087$ (convexe) ;
$r_4 = 364{,}2$ (concave) ;
$r_5 = 39{,}5$;
$r_6 = 29{,}2$;
$r_7 = 43{,}4$.

Épaisseurs :

$d_1 = 7{,}4$;
$d_2 = 2{,}1$;
$d_3 = 6{,}3$;
$d_4 = 2{,}1$.

Distance des combinaisons au diaphragme :

$b_1 = 22{,}0$;
$b_2 = 34{,}9$.

Distance des deux lentilles postérieures :

$b_3 = 3{,}4$.

Nature des verres, indice n_d :

$L_1 = L_2 = 1{,}5813$;
$L_2 = L_4 = 1{,}6385$.

La maison Voigtlander construit une série d'objectifs de ce genre depuis le commencement de l'année 1900. Cet instrument est spécia-

Fig. 23.

lement destiné à la photographie céleste (étoiles filantes, spectres d'étoiles), à la cinématographie et à la projection des épreuves cinématographiques ; il est très utile pour l'obtention de portraits dans l'atelier sous les climats sombres. Cet objectif (*fig. 23*) est

livré dans les cinq dimensions suivantes de la série 1ª de ce constructeur :

NUMÉROS	DISTANCE FOCALE PRINCIPALE	DIAMÈTRE EFFECTIF	DIAMÈTRE DE L'IMAGE A $f/2,3$
1	82mm	36mm	35mm
2	105	46	40
3	148	64	57
4	194	84	70
5	294	128	100

Un diaphragme iris de forme spéciale permet d'éviter le décentrage du tube, décentrage qui se produit souvent par suite de la profondeur de la fente servant au passage du diaphragme.

1553. Objectifs de diamètre compris entre 1/2,5 et 1/3,16. — Le type de Petzval a été modifié par Dallmeyer et lui a permis de construire ses objectifs de la série C (t. I, p. 98) dont le diamètre est 1/2,6 à 1/3,0. Les données relatives à cet objectif sont les suivantes (voyez t. I, p. 101) :

Distance focale $f = 100^{mm}$;
Diamètre relatif 1/3.

Rayons de courbure :

$r_1 = 50,0$;
$r_2 = 43,5$;
$r_3 = 250,0$ (concave) ;
$r_4 = 533,3$ (concave) ;
$r_5 = 33,3$;
$r_6 = 29,8$;
$r_7 = 59,7$.

Epaisseurs :

$d_1 = 6,2$;
$d_2 = 1,6$;
$d_3 = 5,0$;
$d_4 = 1,5$.

Distance des deux combinaisons :
$b_1 = 33,3$.

Distance des deux lentilles combinaison postérieure :
$b_2 = 1,7$.

Voigtlaender a adopté sensiblement ce type de construction en 1885 et livre l'objectif à portraits de ce type avec une ouverture relative égale à 1/3,16 ; c'est ce genre d'instrument qui est particulièrement employé par les professionnels. La série I de Voigtlaender comprend cinq numéros d'objectifs.

NUMÉROS	FOYER PRINCIPAL	DIAMÈTRE RELATIF	FORMAT DE L'IMAGE
3	174	53	Cartes de visite.
4	209	66	Bustes.
5	245	79	Cartes de visite.
6	306	92	Album (buste).
7	395	105	Salon.

Suter, à Bâle, construit deux numéros d'objectifs présentant sensiblement la même rapidité (*fig. 24*), mais la construction n'est pas la même que celle de Voigtlaender. L'objectif, de 78mm de diamètre,

Fig. 24.

a une distance focale de 0m24; celui de 95mm a un foyer de 0m35. Les deux instruments admettent comme ouverture maxima 1/3,1.

§ 2. — Objectifs dont le diamètre relatif est compris entre 1/3,1 et 1/6,3.

1554. Objectifs de diamètre relatif compris entre 1/3,16 et 1/4. — Steinheil a construit en 1875 un aplanat à portraits de diamètre 1/3,2, qui était une modification du type établi en 1874 et qui avait un diamètre 1/3,5; plus tard, il a construit l'antiplanat pour portraits de diamètre 1/3,9. Petzval avait, dès 1842, réalisé l'ouverture 1/3,7 dans ses objectifs à portraits qui pouvaient recevoir une lentille supplémentaire négative les transformant en objectifs pour vues de diamètre 1/8. Ces instruments ont été construits

par Voigtlaender et ont servi pendant plus de quarante ans de types d'objectifs à portraits. Ils ont été modifiés par Voigtlaender en 1878 d'après le type Dallmeyer 1866 (*fig. 25*).

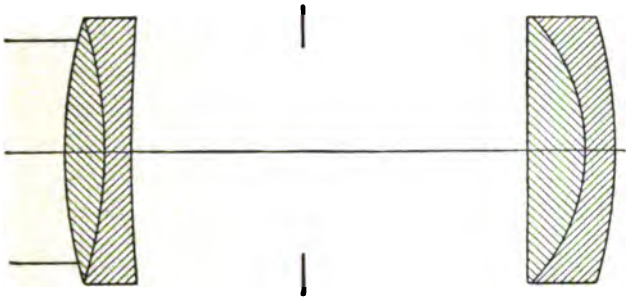


Fig. 25.

Le planar du Dr Rudolph (*fig. 26*) est l'un des meilleurs objectifs qui aient été construits par la maison Zeiss. L'instrument est formé par la combinaison de deux objectifs triples, à peu près identiques, entre lesquels se place le diaphragme. Chaque objectif triple est constitué par deux verres collés formant une combinaison divergente qui

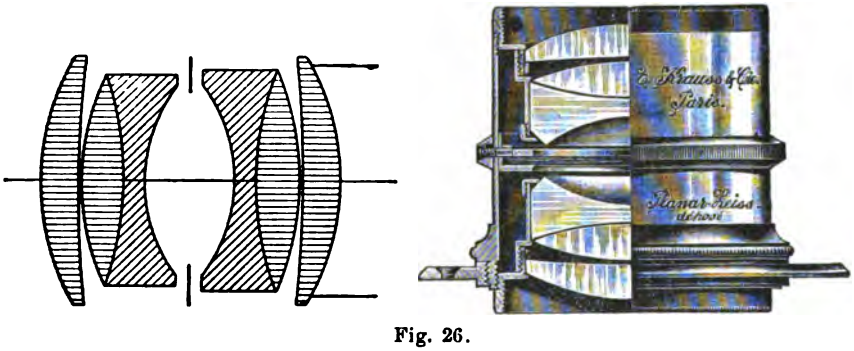


Fig. 26.

est placée à une faible distance d'un verre convergent simple. Les deux verres collés possèdent à peu près le même pouvoir réfringent, mais un pouvoir dispersif différent. Chacune des combinaisons triples est parfaitement corrigée de l'astigmatisme ; elles ne le sont pas individuellement des aberrations sphériques et chromatiques, de telle sorte qu'on ne peut les employer séparément qu'avec de très petits diaphragmes. Ces aberrations sphériques et chromatiques étant égales et de signe contraire dans chacun des groupes qui cons-

tituent le planar, on obtient par leur combinaison un objectif exempt de ces défauts. L'objectif étant très lumineux convient parfaitement pour les instantanés très rapides en plein air, pour portraits et groupes, et pour tous les genres de reproduction. Dans la pratique, sauf pour le cas des portraits, on diaphragme l'objectif à *f*/6 ou *f*/9, suivant la distance focale employée et la netteté exigée. Les objectifs de petite dimension servent pour la microphotographie : on peut atteindre au moyen de ces instruments un grossissement de 100 diamètres avec un champ d'image nette d'environ 30°. La bonne correction des aberrations permet d'utiliser ces instruments pour tous les travaux délicats, phototypographie, photocollographie, réduction de cartes, etc.; mais, pour obtenir de ces instruments tout ce qu'ils doivent donner, il faut un parallélisme complet entre la plaque sensible et le chariot porte-objectif. Le moindre défaut de perpendicularité à la plaque se traduit par des inégalités dans la répartition de la netteté. Cet objectif est très précieux pour les travaux de reproduction faits à l'aide du collodion humide, car il suffit de diaphragmer à 1/9 ou 1/6 pour les images à demi-teintes et à 1/10 ou 1/18 pour les dessins au trait; on peut donc réduire considérablement la durée du temps de pose.

Voici les données relatives à cet objectif :

Distance focale = 100^{mm};
Diamètre relatif 1/3,3;
Angle de champ à toute ouverture, 50°.

Rayons de courbure :
$r_1 = 32{,}0$,
$r_2 = r_9 = 144{,}1$,
$r_3 = 37{,}6$, $r_8 = 32{,}6$,
$r_4 = r_7 = 45{,}5$, $r_{10} = 33{,}3$,
$r_5 = r_6 = 20{,}5$.

Epaisseurs :
$d_1 = d_6 = 5{,}0$;
$d_2 = d_5 = 5{,}3$;
$d_3 = d_4 = 2{,}7$.

Distance des lentilles :
$b_1 = b_4 = 0{,}27$;
$b_2 = b_3 = 5{,}9$.

Nature des verres n_D :
$L_1 = L_6 = 1{,}56785$;
$L_2 = L_5 = 1{,}56768$;
$L_3 = L_4 = 1{,}57087$.

Comme on le voit d'après les chiffres ci-dessus, les deux combinaisons du planar ne sont pas absolument identiques, mais la différence entre les deux lentilles est très faible. Le planar se construit actuellement dans les dimensions inscrites dans le tableau page 68.

Les cinq premiers numéros de diamètre relatif 1/4,5 servent sur-

tout pour la microphotographie et remplacent pour cette sorte d'application les anciens oculaires à projection. Pour les appareils cinématographiques, on utilise les numéros de 1 à 7; pour les portraits, on se sert des numéros 12 à 19. Les négatifs destinés aux reproductions phototypographiques se font surtout avec le numéro 15 pour le format 24 × 30; le numéro 19 permet d'obtenir une netteté rigoureuse sur le format de plaque 65 × 80. Grâce à la parfaite correction de l'aberration sphérique et à la destruction de l'astigmatisme, la netteté est complète sur toute l'étendue de la plaque.

Le seul reproche que l'on pourrait faire au planar proviendrait du nombre considérable de surfaces réfléchissantes qu'il présente; mais ce défaut est racheté par de nombreuses qualités qui rendent cet objectif d'un emploi très pratique.

La maison Zeiss a construit comme membre positif du téléobjectif un objectif simple très lumineux. Il se compose de quatre verres collés et pos-

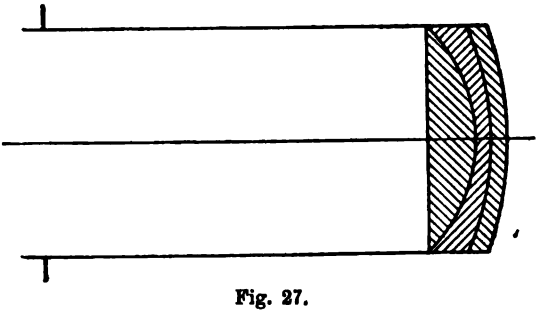


Fig. 27.

sède un diamètre relatif égal à 1/3, luminosité qui suffit pour toutes les épreuves d'atelier, même pour celles qui doivent être obtenues très rapidement; l'étendue du champ de netteté est suffisante pour les portraits bustes. Les diamètres de ces objectifs sont 0m045, 0m075 et 0m125; les distances focales sont respectivement 0m125, 0m225, 0m375.

Le type des objectifs simples à trois verres collés a été proposé par Mittenzwei [1] comme objectif à portraits; l'instrument est composé d'une lentille convergente plan convexe cimentée à deux lentilles divergentes (*fig. 27*). Le premier type est formé d'un ménisque de flint convergent cimenté à deux ménisques de crown.

1. *Phot. Correspondenz*, 1884, n° 283.

SÉRIE Is	DISTANCE focale principale.	DIAMÈTRE des LENTILLES	DIAMÈTRE RELATIF	DIMENSIONS COUVERTES		DIAMÈTRE DU CERCLE éclairé.	ANGLE de CHAMP
				à toute ouverture.	avec diaphragme moyen.		
Nos	mm	mm		cm	cm	cm	Degrés.
1	20	5	4,5	1,3 × 1,3	1,8 × 1,8	2,5	65
2	35	9	4,5	2,2 × 2,2	3 × 3	4,4	65
3	50	12	4,5	3 × 3	4,5 × 4,5	6,3	65
4	75	17	4,5	4 × 4	6 × 6	9,5	65
5	100	25	4,5	6 × 6	8,5 × 8,5	12,7	65
6	40	12	3,6	2,6 × 2,6	4 × 4	5,6	70
7	60	17	3,6	3,5 × 3,5	6 × 6	8,4	70
8	83	25	3,6	5 × 5	7 × 8	11,6	70
9	110	31	3,6	6 × 9	9 × 10	15,4	70
10	130	36	3,8	8 × 9	10 × 13	18,2	70
11	160	42	3,8	9 × 12	12 × 17	22	70
12	205	51	4,0	12 × 16	13 × 21	26	65
13	250	61	4,0	13 × 18	18 × 24	32	65
14	300	71	4,2	16 × 21	21 × 26	36	62
15	370	82	4,5	18 × 24	30 × 40	54	72
16	423	94	4,5	21 × 26	35 × 45	62	72
17	470	94	5,0	24 × 30	40 × 50	63	68
18	610	120	5,0	30 × 40	50 × 60	82	68
19	840	140	6,0	40 × 50	65 × 80	105	64

Les données de cet objectif (*fig. 27*) sont les suivantes :

Distance focale = 100mm ;
Diamètre relatif 1/3,4;
Angle de champ 30°.

Rayons de courbure :

$r_1 = \infty$;
$r_2 = 21{,}9$;
$r_3 = 38{,}3$;
$r_4 = 43{,}7$.

Epaisseurs des verres :

$d_1 = 6{,}0$;
$d_2 = 2{,}3$;
$d_3 = 2{,}3$.

Distance au diaphragme :

$b_1 = 50{,}9$.

Indice de réfraction des verres n_D :

$L_1 = 4_3 = 1{,}520$;
$L_2 = 1{,}625$.

L'aberration sphérique d'un tel système est assez considérable. Le résultat n'est guère meilleur en employant les mêmes sortes de verre, cimentant la lentille convergente entre les deux lentilles divergentes (*fig. 28*) et utilisant les données suivantes :

Distance focale $f = 100^{mm}$;
Diamètre relatif 1/3,3;
Angle de champ 30°.

Rayons de courbure :
$r_1 = 287{,}1$;
$r_2 = 172{,}5$;
$r_3 = 21{,}3$;
$r_4 = 38{,}5$

Epaisseurs des verres :
$d_1 = 2{,}3$;
$d_2 = 6{,}3$:
$d_3 = 2{,}3$.

Distance au diaphragme :
$b_1 = 50{,}9$.

En 1887, Moritz Mittenzwei, utilisant le crown au baryum $n_D = 1{,}5726$ et le flint léger $n_D = 1{,}5710$, a calculé un autre modèle d'objectif de diamètre relatif 1/3,25. La mort l'a empêché de perfectionner la construction de ces objectifs qui, à cause de leurs défauts, ne sont pas entrés dans la pratique[1].

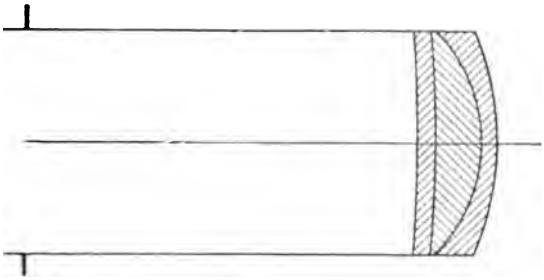


Fig. 28.

1555. Objectif de diamètre compris entre 1/4 et 1/6. — Ross a construit, sous le nom de *Collen-lens*, un objectif ayant une distance focale de $0^{m}483$ et de diamètre relatif égal à 4,75. Cet objectif, établi antérieurement à 1845, était constitué par deux combinaisons de deux lentilles cimentées. Ces deux combinaisons étaient constituées à peu près de la même façon que les anciens objectifs à paysage; ce doublet présentait une courbure de champ très accentuée (*fig. 29*).

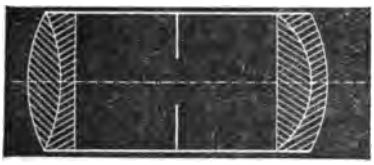


Fig. 29.

J.-H. Dallmeyer avait, en 1870, construit un rectilinéaire à portrait de

1. M. Rohr, *Theorie und Geschichte des Photographischen Objektivs*, p. 345.

diamètre relatif égal à 1/4. Cette construction[1] avait été abandonnée, et T.-R. Dallmeyer a mis dans le commerce, en 1886, un nouveau rectilinéaire à portraits (t. I, **71**) plus perfectionné que l'objectif du premier type.

M. Steinheil a fait breveter en novembre 1893 un orthostigmat type II et admettant un diamètre relatif de *f*/4 à 1/4,5. Cet objectif est symétrique et

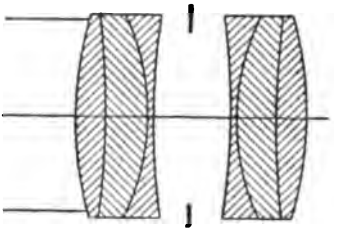


Fig. 30.

formé de deux combinaisons à trois verres collés. Les données de cet objectif sont les suivantes (*fig. 30*) :

Distance focale principale f=100mm;
Diamètre relatif 1/4,02;
Angle de champ 58°.
Rayons de courbure :
$r_1 = r_8 = 47{,}9$;
$r_2 = r_7 = 117{,}6$;
$r_3 = r_6 = 29{,}7$;
$r_4 = r_5 = 102{,}4$.
Epaisseurs :
$d_1 = d_6 = 4{,}1$,
$d_2 = d_5 = 5{,}2$;
$d_3 = d_4 = 0{,}8$.
Distance des combinaisons au diaphragme :
$b_1 = b_2 = 5{,}2$.
Nature des verres n_D :
$L_1 = L_6 = 1{,}62356$;
$L_2 = L_5 = 1{,}50786$;
$L_3 = L_4 = 1{,}60304$.
Dispersion :
$L_1 = 29{,}0$;
$L_2 = 49{,}6$;
$L_3 = 29{,}6$.

Cet objectif possède de bonnes corrections, inférieures cependant à celles de l'objectif du même type de diamètre 1/6.

H. Denis-Taylor a établi en 1893 un objectif à portraits composé de

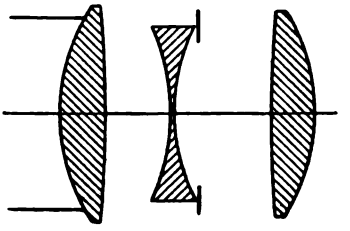


Fig. 31.

trois lentilles simples séparées par une lame d'air (*fig. 31*). L'instrument

1. *The British Journal of Photography*, 1886, n° 1380.

possède donc six surfaces réfléchissantes. Les données de cet objectif sont les suivantes :

Distance focale principale = 100mm;
Diamètre relatif 1/4;
Angle de champ 26°.
Rayons de courbure :
$r_1 = 26,4$;
$r_2 = 150,7$;
$r_3 = 29,8$;
$r_4 = 24,2$;
$r_5 = 150,7$;
$r_6 = 26,4$.

Epaisseurs :
$d_1 = 5,9$;
$d_2 = 0,2$;
$d_3 = 5,9$.
Distance des lentilles :
De L_1 à $L_2 = 10,9$;
De L_2 au diaphragme $= 3,1$;
Du diaphragme à $L_3 = 9,4$.
Nature des verres n_D :
$L_1 = L_2 = 1,5108$;
$L_2 = 1,6042$.

Dans cet objectif, le diaphragme est au contact des bords de la lentille biconcave; les deux lentilles simples qui sont aux deux extrémités de l'objectif sont identiques. L'aberration sphérique est bien corrigée suivant

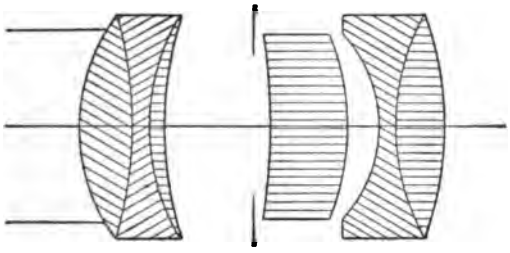


Fig. 32.

l'axe. Le stigmatic de Dallmeyer (**B, 1324**) possède aussi un diamètre relatif égal à 1/4 et donne des images d'une remarquable netteté (*fig. 32*).

La maison Zeiss a établi en 1899 un nouvel objectif d'ouverture maxima *f*/4,5 qui présente certains avantages sur le Planar. Ce der-

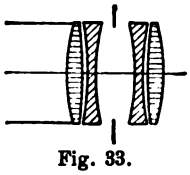


Fig. 33.

nier est fort bien corrigé de l'aberration sphérique, très lumineux, son champ est très plan, mais, pour le travail au dehors, c'est un objectif relativement lourd et assez encombrant. Le nouvel objectif, appelé *Unar*, rappelle l'objectif à huit surfaces réfléchissantes de von Hoegh (*fig. 33*); son diamètre relatif varie de 1/4,5 à 1/5,6 dans les premiers objectifs établis. Il a été ramené à 1/6,3 dans les nou-

veaux modèles, ce diamètre donnant une clarté suffisante pour les instantanés ou pour le portrait et permettant une correction plus complète des aberrations.

L'unar se compose de quatre lentilles isolées, séparées les unes des autres par des lames d'air; sa construction est donc très simple, ce qui permet de le livrer à un prix relativement peu élevé. Le premier type d'unar est construit dans les huit dimensions suivantes.

Objectif Unar Zeiss.

NUMÉROS	DIAMÈTRE DES LENTILLES	LONGUEUR FOCALE	LONGUEUR DU TIRAGE	OUVERTURE MAXIMUM	ANGLE DU CHAMP	SURFACE NETTE COUVERTE		DIAMÈTRE DU CHAMP
						A TOUTE OUVERTURE	DIAPHRAGME 1/9	
	mm	mm	mm			cm	cm	cm
3	25	112	100	4,5	65	6 × 9	8 × 10	19
4	31	136	124	4,5	65	8 × 10	9 × 12	21
5	31	155	145	5	65	9 × 12	12 × 15	26
6	42	210	191	5	65	12 × 16	13 × 18	34
7	51	255	232	5	65	13 × 18	16 × 21	40
8	61	305	274	5	65	16 × 21	18 × 24	48
9	71	375	327	5,3	65	18 × 24	21 × 26	59
10	82	450	411	5,6	65	21 × 26	30 × 40	73

Les deux moitiés de l'objectif, lentille antérieure et lentille postérieure, ne sont pas corrigées de façon à servir l'une sans l'autre.

L'unar est spécialement destiné aux appareils à main, mais il peut être très avantageusement utilisé pour le portrait, les groupes, le paysage, etc. En réduisant le diamètre des lentilles de façon à diminuer le diamètre relatif jusqu'à 1/6,3 on obtient une nouvelle série d'objectifs universels. Les nouveaux objectifs possédant ce diamètre relatif ont les mêmes distances focales que les anciens unars, dont la fabrication est continuée; mais en raison du faible diamètre des lentilles, les frais de construction sont grandement abaissés. Cet objectif est l'un des meilleurs que l'on puisse employer pour les appareils à main.

M. Lacour, successeur de Berthiot, a établi plusieurs eurygraphes symétriques, de diamètre relatif variant de 1/5,4 à 1/5; c'est ce dernier diamètre qui est adopté dans les objectifs les plus récents de cet

habile opticien. C'est en employant dans la construction de ces objectifs six sortes de verres différents qu'il est arrivé à ce résultat. La combinaison antérieure est formée de trois lentilles collées; la matière est différente pour chaque lentille. Dans la combinaison postérieure, les trois lentilles collées sont aussi de matières différentes. Les corrections des aberrations sont réalisées d'une façon absolument remarquable, et cette nouvelle production de ce savant artiste contribuera certainement à augmenter sa réputation.

En 1899, M. Lacour a établi des combinaisons de quatre lentilles collées qui, associées deux à deux, donnent des eurygraphes symétriques de diamètre relatif 1/5,4. Ces lentilles sont formées de quatre verres différents. En désignant par R les pouvoirs réfringents, par D les pouvoirs dispersifs des lentilles L_1, L_2, L_3, L_4, on peut réaliser les diverses combinaisons suivantes :

R $L_4 > L_3 > L_1 > L_2$ $L_4 > L_3 > L_2 > L_1$ $L_4 > L_3 > L_2 > L_1$

D $L_3 > L_1 > L_4 > L_2$ $L_2 > L_4 > L_3 > L_1$ $L_3 > L_2 > L_4 > L_1$

L_1 est la lentille la plus rapprochée du diaphragme; c'est un ménisque convergent. De ces diverses combinaisons, c'est la seconde

Eurygraphes anastigmatiques symétriques f/5,4

NUMÉROS	DIAMÈTRE des LENTILLES	LONGUEURS FOCALES		SURFACES COUVERTES PAR LES COMBINAISONS DOUBLES	
		des CONSTITUANTES	des COMBINAISONS doubles.	DIAPHRAGME 1/5,4	DIAPHRAGME 1/25
	mm	mm	mm	cm	cm
0000	13	123	65	4,5 × 6	7 × 9
000	15	142	75	6 × 6	8 × 10
00	20	190	100	8 × 9	10 × 13
0	24	230	120	9 × 12	12 × 16
1	27	255	135	10 × 14	13 × 18
2	31	305	160	12 × 15	15 × 21
2 bis	36	343	180	13 × 18	18 × 24
3	40	390	205	15 × 21	21 × 27
4	49	475	250	18 × 24	27 × 33
5	59	570	300	21 × 27	30 × 40
6	71	685	360	24 × 30	35 × 45
7	81	790	415	27 × 33	40 × 50

qui fournit les meilleurs résultats et c'est celle que les opticiens doivent s'efforcer d'établir.

Dans l'une des séries, M. Lacour utilise (à partir du diaphragme) un ménisque convergent, un ménisque divergent, un verre biconcave et un verre biconvexe; dans une autre série, il emploie un ménisque convergent, une lentille biconcave, un ménisque convergent et un verre biconvexe; enfin, la troisième série comporte deux ménisques convergents, un verre biconcave et un verre biconvexe.

La même série d'objectifs avait été établie avec des combinaisons triples, composées de trois verres collés. Ces combinaisons, associées

Eurygraphes anastigmatiques dissymétriques.

NUMÉROS	DIAMÈTRE RELATIF	LONGUEURS FOCALES DES COMBINAISONS antérieures.	LONGUEURS FOCALES DES COMBINAISONS postérieures.	LONGUEURS FOCALES des combinaisons doubles.	SURFACES COUVERTES à pleine OUVERTURE	SURFACES COUVERTES DIAPHRAGME 1/25
		mm	mm	mm	cm	cm
0	1/5,6	142	123	69	4,5 × 5	7 × 9
1	1/6	190	123	78	6 × 6	8 × 10
2	1/5,6	190	142	85	7 × 7	8 × 11
3	1/5,8	230	142	88	7 × 7	9 × 12
4	1/5,5	230	190	108	8 × 9	10 × 14
5	1/5,7	255	190	115	8 × 10	12 × 15
6	1/5,5	255	230	125	9 × 12	12 × 16
7	1/5,6	305	230	135	10 × 14	13 × 18
8	1/5,5	305	255	145	11 × 15	14 × 20
9	1/5,6	343	255	150	12 × 15	15 × 21
10	1/5,5	343	305	170	12 × 17	16 × 22
11	1/5,6	390	305	180	13 × 18	18 × 24
12	1/5,5	390	343	190	14 × 20	20 × 24
13	1/5,8	475	343	210	15 × 21	21 × 28
14	1/5,5	475	390	220	16 × 22	22 × 28
15	1/6	570	390	240	18 × 24	24 × 30
16	1/5,6	570	475	270	20 × 25	27 × 33
17	1/6	685	475	295	20 × 26	27 × 35
18	1/5,5	685	570	330	21 × 27	30 × 35
19	1/5,9	790	570	350	24 × 30	35 × 40
20	1/5,6	790	685	380	25 × 32	35 × 45

deux à deux, donnent un diamètre relatif égal à 1/5,4 et constituent d'excellents anastigmats pour portraits et groupes à l'atelier; employés avec des diaphragmes réduisant l'ouverture à 1/25, ils peuvent servir comme objectifs grands-angulaires, car le champ de l'image nette est d'environ 85°, comme l'indique le tableau. Les combinaisons de lentilles qui forment une moitié de ces objectifs peuvent d'ailleurs être employées sans que les distances focales des combinaisons soient identiques. On réalise alors des objectifs non symétriques dont l'ouverture varie de *f*/5,6 à *f*/6. Ces objectifs sont construits dans les dimensions inscrites au tableau, p. 74.

Les pouvoirs réfringents et dispersifs des verres qui entrent dans la composition des objectifs de cette série vont en diminuant gra-

Fig. 34.

Fig. 35.

duellement de la première lentille à la dernière; ce sont de véritables objectifs universels.

Les aberrations de chacune des combinaisons qui constituent ces objectifs sont réduites à un minimum, de telle sorte qu'en les associant deux à deux, on peut en former, soit des anastigmats symétriques, soit des anastigmats dissymétriques, et constituer ainsi des trousses d'objectifs dont l'emploi est des plus utiles.

MM. von Hœgh et Gœrz[1] ont établi un objectif composé de deux combinaisons contenant chacune cinq lentilles collées (*fig. 34 et 35*). Le diamètre relatif est 1/5,5 et l'angle d'image de 70 à 75°. Les diverses corrections de cet objectif sont parfaitement réalisées et cet anastigmat est un des meilleurs instruments qui existent. Il est

1. *British Journal of Photography*, 1897, n° 11, p. 629.

établi dans cinq dimensions. La lentille postérieure seule (*fig. 36*) constitue un excellent objectif pour paysage de diamètre relatif 1/11. En associant deux combinaisons de foyers différents, on obtient des distances focales intermédiaires de diamètre relatif 1/5,9 à 1/6,3. *(fig. 37)*.

Fig. 36.

Fig. 37

Double anastigmat symétrique Gœrz f/5,5.

NUMÉROS	FOYER	FOYER de la LENTILLE postérieure seule.	DIAMÈTRE des VERRES	SURFACE NETTEMENT COUVERTE		DIAMÈTRE de L'IMAGE ronde.
				f/5,5	f/15.5	
	mm	mm	mm	cm	cm	cm
0	120	203	23	9 × 12	11 × 15	18
1	150	254	28	12 × 16	13 × 18	22
2	180	304	34	13 × 18	15 × 20	25
3	210	355	40	16 × 21	18 × 24	30
4	240	406	45	18 × 24	24 × 30	38

M. H. D. Taylor a établi sous le nom d'objectif Cooke (*Cooke lens*) une

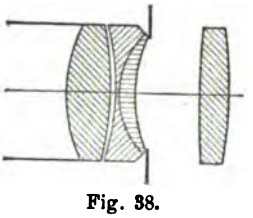


Fig. 38.

première série d'objectifs comportant quatre lentilles et six surfaces réfléchissantes (*fig. 38*). Les données de cet objectif sont les suivantes :

Distance focale principale $f = 100$;
Diamètre relatif 1/5,7;
Angle de champ 55°.
Rayons de courbure :
$r_1 = 20,7$;
$r_2 = 44,7$;
$r_3 = 33,4$;
$r_4 = 11,0$;
$r_5 = 18,3$;
$r_6 = 121,5$;
$r_7 = 56,1$.

Epaisseurs suivant l'axe :
$d_1 = 5,8$;
$d_2 = 0,4$;
$d_3 = 2,1$;
$d_4 = 3,8$.
Distances :
L_1 à $L_2 = 0,8$;
L_3 au diaphragme $= 1,9$;
L_4 au diaphragme $= 6,7$.
Indices de réfraction :
$L_1 = L_4 = 1,5101$;
$L_2 = 1,5365$;
$L_3 = 1,6110$.

Double anastigmat dissymétrique Gœrz.

COMBINAISONS EMPLOYÉES		FOYER	DIAMÈTRE	SURFACE COUVERTE	
ANTÉRIEURE	POSTÉRIEURE	RÉSULTANT	RELATIF	A GRANDE ouverture	DIAPHRAGME 1/22
mm	mm	mm	mm	cm	mm
355	254	177	1/5,9	12 × 16	13 × 18
406	254	185	1/6,3	13 × 18	14 × 19
406	355	225	1/5,9	16 × 21	18 × 24

Suter, de Bâle, construit un nouvel aplanat composé de quatre lentilles en verres nouveaux et admettant un diamètre relatif de 1/5. Il est spécialement destiné aux portraits et groupes. Si on l'utilise avec

Fig. 39.

de petits diaphragmes, l'angle de champ est de 60° et l'image obtenue est d'une grande netteté (*fig. 39*). Cet objectif est construit en sept grandeurs différentes, comme l'indique le tableau :

Aplanats Suter.

NUMÉROS	DIAMÈTRE des LENTILLES	FOYER	IMAGES NETTES à pleine ouverture.	DIAMÈTRE du champ D'IMAGE NETTE avec petit diaphragme.
	mm	cm	cm	cm
1	42	20	9 × 12	23
2	52	27	13 × 18	32
3	66	38	18 × 24	40
4	81	42	21 × 27	48
5	95	50	24 × 30	60
6	108	65	30 × 40	80
7	135	80	40 × 50	95

L'orthostigmat type II de Steinheil[1], calculé en 1893, est formé de deux combinaisons symétriques comprenant chacune trois verres collés (*fig. 40*);

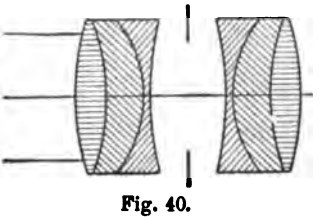


Fig. 40.

le diaphragme se place entre les deux lentilles. Les données de ces objectifs sont les suivantes :

Distance focale principale $f = 100$;
Ouverture relative 1 : 6;
Angle de champ 56°.
Rayons de courbure :
$r_1 = r_2 = 35{,}0$;
$r_2 = r_7 = 28{,}3$;
$r_3 = r_6 = 15{,}8$;
$r_4 = r_5 = 41{,}0$.

Epaisseurs suivant l'axe :
$d_1 = d_6 = 4{,}1$;
$d_2 = d_5 = 5{,}1$;
$d_3 = d_4 = 0{,}8$.
Distances au diaphragme :
$b_1 = b_2 = 5{,}06$.

Nature des verres :

	n_D	Dispersion.
Flint léger à la baryte.....	$L_1 = L_6 = 1{,}61003$	39,0
Crown à haute dispersion.....	$L_2 = L_5 = 1{,}51874$	41,6
Crown lourd à la baryte.....	$L_3 = L_4 = 1{,}56370$	44,6

1. *British Journal of Photography*, 1896, n° 1891.

Ce type II a été modifié et a donné naissance aux types d'ouverture 1/6,8 et 1/10 qui constituent d'excellents objectifs; plus tard, de nouveaux perfectionnements ont été introduis dans cette fabrication, et Steinheil a créé le type d'orthostigmat de diamètre relatif 1/8.

La construction des orthostigmat 1/6,8 a été récemment modifiée et constitue la série B de ce constructeur. Cette série comprend douze numéros d'objectifs, répondant à toutes les exigences du travail photographique de l'amateur. L'angle de l'image nette est d'environ 85°; c'est un des meilleurs objectifs que l'on puisse employer pour instantanés, portraits, groupes, paysages, etc.

Orthostigmat 1/6,8

NUMÉRO	DISTANCE FOCALE	DIAMÈTRE des LENTILLES	FORMATS DE PLAQUES NETTEMENT COUVERTES		
			DIAPHRAGME 1/6,8	DIAPHRAGME 1/14 à 1/20	DIAPHRAGME 1/40 à 1/56
	cm	mm			
0	5,4	10	4,5 × 4,5	5 × 5	4,5 × 6,5
1	9	14	7 × 10	8 × 11	9 × 12
2	10,5	16	8 × 11	9 × 12	10 × 15
3	12	18	9 × 12	10 × 13	13 × 18
4	15	22	10 × 15	13 × 18	16 × 21
5	18	27	12 × 16	15 × 20	18 × 24
6	21	31	13 × 18	16 × 21	21 × 27
7	24	36	15 × 20	18 × 24	24 × 30
8	28	41	16 × 21	21 × 27	28 × 35
9	36	53	18 × 24	24 × 30	30 × 40
10	48	72	24 × 30	30 × 40	50 × 60
11	60	90	30 × 40	40 × 50	60 × 70

Les *collinéaires* construits par Voigtlaender (**B**, p. **135**) sont assez semblables aux orthostigmats. D. Kœmpfer avait calculé trois séries de *collinéaires* présentant les diamètres relatifs 1/4,5, 1/6,9 et 1/5,4. Le brevet relatif au type II (22 mai 1895, D. R. P.[1]) décrit un objectif composé de deux couples de lentilles à trois verres collées et disposées symétriquement par rapport au diaphrame, et composées chacune d'un ménisque divergent

1. Les lettres D. R. P., que l'on trouve gravées sur bon nombre d'objectifs allemands, signifient *Deutscher Reichs Patent*.

et de deux ménisques convergent (*fig. 41*). Les données relatives à ce système sont les suivantes :

Distance focale principale = 100;
Diamètre relatif 1/6,9;
Angle de champ 61°.
Rayons de courbure :
$r_1 = r_8 = 32{,}6$;
$r_2 = r_7 = 11{,}0$;
$r_3 = r_6 = 14{,}5$;
$r_4 = r_5 = 41{,}1$.

Epaisseurs :
$d_1 = d_6 = 1{,}3$;
$d_2 = d_5 = 1{,}8$;
$d_3 = d_4 = 3{,}0$.
Distances au diaphragme :
$b_1 = b_2 = 3{,}3$.

Nature des verres :

Flint léger à la baryte..... $L_1 = L_6 = 1{,}5682$.
Crown de haute dispersion..... $L_2 = L_5 = 1{,}5262$.
Crown lourd à la baryte..... $L^3 = L_4 = 1{,}6112$.

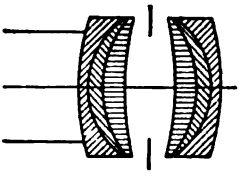


Fig. 41.

La maison Voigtlaender construit les collinéaires de la série II en quinze dimensions différentes : les dix premières dimensions du tableau suivant (de *b* à 4) présentent un diamètre relatif de 1/5,4, les cinq derniers numéros admettent une ouverture relative de 1/6,3. Cet objectif peut donc servir pour les travaux de l'atelier, pour les instantanés au dehors et tous les travaux d'amateur; les plus petits numéros peuvent être employés pour la microphotographie.

Les collinéaires de la série III du même constructeur admettent une ouverture 1/6,8 jusqu'au numéro correspondant au foyer de 0m183; les numéros au-dessus ont un diamètre relatif 1/7,7.

Ces deux séries d'instruments forment des objectifs symétriques; en combinant deux à deux les moitiés de collinéaire de la série II ou de la série III, on forme des trousses d'objectifs de foyers variés et permettant de répondre aux besoins du photographe touriste; on obtient ainsi des collinéaires dissymétriques d'ouverture II 1 : 7 à 1 : 7,7 et 1 : 8.

Les euryscopes à portraits du même constructeur sont du type des aplanétiques; ils admettent un diamètre relatif 1/4,5, et sont bien corrigés de l'aberration sphérique (A, p. **55**); ils sont d'un très bon emploi pour le portrait dans l'atelier.

1557. Objectifs de diamètre relatif compris entre 1/6 et 1/6,3. — Les divers types de ces instruments sont très nombreux.

Teynard avait proposé une modification de la lentille simple aplanétique de Grubb qui permettait, avec une ouverture de 1/6,3, une bonne correction de l'aberration sphérique avec la destruction de l'aberration de réfrangibilité. Un seul modèle de cet objectif ayant 0m470 de foyer a été construit par Secrétan[1]. Ces essais n'ont pas été continués. L'objectif ressemblait assez à une moitié de l'aplanat du premier type Steinheil.

Collinéaires Voigtlaender, série II.

NUMÉROS	DIAMÈTRE des LENTILLES	DISTANCE FOCALE	DIMENSIONS COUVERTES		
			à toute ouverture.	diaphragme 1/18	diaphragme 1/36
b	7	35	3,5 × 3,5	5 × 5	6 × 6
c	10	50	4,5 × 4,5	6,5 × 6,5	7 × 7
0	11	61	5 × 5	7 × 7	8 × 8
00	13	70	6 × 8	7 × 9	8 × 10
1	17	92	7 × 10	8,5 × 10	9 × 12
2	23	123	9 × 12	10 × 15	12 × 16
2 *a*	26	140	10 × 12	12 × 16	13 × 18
3	29	155	10 × 13	13 × 18	16 × 21
4	38	204	13 × 18	13 × 21	18 × 24
5	40	255	13 × 21	16 × 21	21 × 27
6	48	307	16 × 21	18 × 24	24 × 30
7	58	369	18 × 24	21 × 26	27 × 35
8	70	445	21 × 26	27 × 35	40 × 50
9	82	525	24 × 30	40 × 50	60 × 70

Ces lentilles de Grubb avaient été établies comme objectifs à portraits d'ouverture 1/6, et servaient comme objectifs à paysages en les munissant d'un diaphragme (brevet anglais du 8 octobre 1857). Ces objectifs ont été peu employés; seuls le nom et la forme générale ont subsisté dans les aplanats. Les rectilinéaires rapides de Dallmeyer ont été établis tout d'abord avec ce diamètre relatif de 1/6; ils ont été modifiés[2] plus tard et transformés successivement pour arriver au type actuel (**A, 1063**). L'aplanat a d'ailleurs été modifié par Steinheil, en juillet 1886, et son diamètre relatif

1. *Comptes rendus*, 1867, vol. 64, p. 1013. — 2. *British Journal of Photography*, 1890, *passim*.

amené à 1,6 par l'emploi des nouveaux verres d'Iéna (flint, n° 184, et crown, n° 214) ; il a été livré sous le non d'aplanat universel [1].

L'aplanat pour groupes de Steinheil (brevet du 25 janvier 1879) admet une ouverture de 1/6,2. Les données relatives à cet objectif (*fig. 42*) sont :

Distance focale principale = 100 ;
Diamètre relatif 1/6,2 ;
Angle du champ 57°.
Rayons de courbure :
$r_1 = 40{,}1$;
$r_2 = 38{,}2$;
$r_3 = 57{,}6$;
$r_4 = 69{,}0$;
$r_5 = 12{,}9$;
$r_6 = 33{,}0$.

Epaisseurs :
$d_1 = 2{,}9$;
$d_2 = 9{,}1$;
$d_3 = 9{,}1$;
$d_4 = 8{,}0$.
Distances au diaphragme :
$b_1 = 5{,}9$;
$b_2 = 1{,}5$.
Nature des verres :
$L_1 = L_4 = 1{,}57762$;
$L^2 = L_3 = 1{,}51705$.

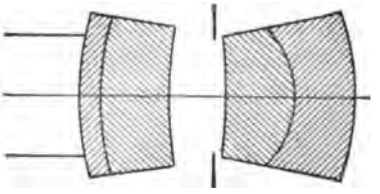


Fig. 42.

Cet objectif n'est plus fabriqué (**73**) et a été remplacé par l'antiplanat pour groupes établi avec les mêmes nature de verre, composé d'une lentille biconvexe collée à une biconcave, le diaphragme, et une biconcave collée à une biconvexe :

Distance focale principale = 100 ;
Diamètre relatif 1/6,2.
Rayons de courbure :
$r_1 = 26{,}6$;
$r_2 = 119{,}4$;
$r_3 = 40{,}9$;
$r_4 = 40{,}9$;
$r_5 = 14{,}3$;
$r_6 = 30{,}0$.

Epaisseurs :
$d_1 = 2{,}0$;
$d_2 = 1{,}7$;
$d_3 = 1{,}4$;
$d_4 = 10{,}2$.
Distance des deux combinaisons au diaphragme :
$b_1 = 1{,}1$;
$b_2 = 0{,}6$.

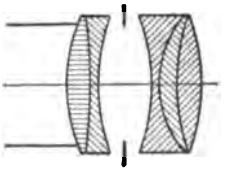


Fig. 43.

Plus tard, en 1893, R. Steinheil modifia l'antiplanat pour groupes et le remplaça par le *rapid-antiplanat* (*fig. 43*) formé à l'avant d'une lentille

1. Eder, *Ausführliches Handbuch der Photographie*, 1891, 1er vol., 4e fasc., p. 75.

biconvexe collée à une lentille biconcave; à l'arrière, la combinaison est triple et formée d'une lentille biconvexe, d'un ménisque convergent et d'une lentille bi-convexe; ces trois lentilles sont collées au baume. Les données de ce système[1] sont les suivantes :

Distance focale principale $f = 100$;
Diamètre relatif 1/6,3;
Angle de champ 61°.
Rayons de courbure :
$r_1 = 22{,}7$;
$r_2 = 56{,}8$;
$r_3 = 26{,}8$;
$r_4 = 26{,}8$;
$r_5 = 13{,}8$;
$r_6 = 27{,}7$;
$r_7 = 26{,}1$.

Epaisseurs :
$d_1 = 3{,}0$;
$d_2 = 0{,}9$;
$d_3 = 0{,}9$;
$d_4 = 2{,}3$;
$d_5 = 3{,}2$.
Distance des combinaisons au diaphragme :
$b_1 = b_2 = 1{,}705$;
Nature des verres :
$L_1 = 1{,}61003$;
$L_2 = 1{,}51874$;
$L_3 = L_5 = 1{,}57804$;
$L_4 = 1{,}51804$.

La correction de l'astigmatisme dans cet objectif est bien inférieure à celle des orthostigmats (B, p. **134**) de diamètre relatif 1/6,8; aussi la construction du rapid-antiplanat a été abandonnée, car l'orthostigmat est d'un emploi plus universel.

Protar double 1/6,3.

NUMÉROS	CONSTITUÉ par les objectifs de la série 7 du foyer. antérieur.	CONSTITUÉ par les objectifs de la série 7 du foyer. postérieur.	DISTANCE FOCALE	LONGUEUR DU TIRAGE	DIMENSIONS COUVERTES pleine ouverture.	DIMENSIONS COUVERTES 1/12,5	DIMENSIONS COUVERTES 1/25	DIAMÈTRE du champ MINIMUM
			mm	mm				
0	100	100	61	57	4 × 4	5 × 5	5 × 6	8,5
00	135	135	82	78	5 × 5	6 × 6	6 × 8	11,4
000	170	170	102	98	6 × 6	7 × 10	8 × 10	14,3

P. Rudolph a fait construire dans la maison Zeiss un anastigmat double à huit lentilles d'ouverture 1/6,3 destiné à remplacer les anciens anastigmats de la série II admettant le même diamètre relatif (A, **70**). Ces anastigmats doubles (B, **1330**) permettent l'établissement de trousses extrêmement pratiques; on doit les considérer comme l'un des types les plus parfaits d'objectifs universels. On emploiera avec avantage pour l'obtention des épreuves stéréoscopiques les numéros

1. D. R. P., 76662, du 16 décembre 1893.

récemment construits et qui complètent l'ancienne série des aplanats anastigmatiques de Zeiss (B, **140**). Ces instruments, comme tous les anastigmats anciennement construits par Zeiss, sont désignés sous le nom de *protars*. Ils sont constitués par la combinaison de deux protars de la série VII (*fig. 44*), les deux lentilles ayant même distance focale. On peut, d'ailleurs, les associer entre eux pour former des distances focales intermédiaires.

Cette série de protars a remplacé l'ancienne série de diamètre re-

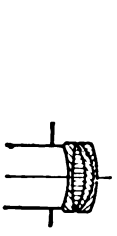


Fig. 44.

Fig. 46.

Fig. 45.

latif 1/6,8 à 1/6,9 (B, p. **140**), composée de deux lentilles de diamètre relatif 1/14,4 (*fig. 45*).

Pour les appareils à main, pour les portraits dans l'atelier, on peut remplacer les protars de la série VII par l'Unar de la nouvelle série 1/6,3 qui est plus léger que l'*Unar* primitif (*fig. 46*) et dont le prix est moins élevé. Les longueurs focales et dimensions couvertes sont d'ailleurs identiques à ce qu'elles étaient dans la première série de ces nouveaux objectifs. (*Voir* page 72).

§ 4. — OBJECTIFS DE DIAMÈTRE RELATIF COMPRIS ENTRE 1/6,3 ET 1/10.

1558. Objectifs de diamètre compris entre 1/6,3 et 1/7,7. — La construction des objectifs Cooke (B, **1319**) a été modifiée. Ces objectifs, constitués par trois lentilles seules, séparées les unes des autres par des lames d'air, sont munis d'un diaphragme placé entre la seconde et la troisième lentille, et admettent une ouverture maxima égale à 1/6,5. La netteté n'augmente pas beaucoup par l'emploi du diaphragme jusqu'à l'ouverture 1/14; avec le diaphragme 1/18 l'angle nettement couvert correspond à 75° environ. En appliquant à ces instruments un dispositif analogue à celui qui est utilisé en micrographie pour les objectifs *à correction*, on obtient

un objectif à foyer variable[1]. L'élément antérieur d'un objectif Cooke à trois verres est monté entre un ressort agissant sur l'une de ses faces et une bague filetée agissant sur l'autre face. On peut, entre certaines limites, éloigner ou rapprocher cette lentille des autres; on fait ainsi varier la longueur focale de l'objectif. Le dispositif adopté assure la coïncidence rigoureuse des axes optiques respectifs des diverses lentilles. Les variations de longueur focale sont suffisantes pour que l'on puisse mettre au point les images d'objets situés à diverses distances de l'appareil sans avoir à modifier le tirage de la chambre noire.

La construction des objectifs Cooke a d'ailleurs été plusieurs fois modifiée. Un brevet anglais du mois d'août 1895 indique pour cet objectif la composition suivante : une lentille biconvexe est placée à faible distance d'une lentille biconcave; derrière celle-ci se place le diaphragme; à une

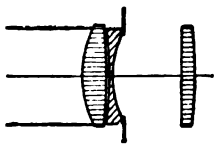


Fig. 47.

certaine distance de celui-ci une lentille biconvexe. Voici d'ailleurs les données de ce système (*fig. 47*).

Distance focale 100mm;
Diamètre relatif 1/7,7;
Rayons de courbure :
$r_1 = 14{,}6$;
$r_2 = 101{,}3$;
$r_3 = 55{,}9$;
$r_4 = 13{,}3$;
$r_5 = 1012$ (convexe);
$r_6 = 69{,}8$.

Epaisseurs :
$d_1 = 2{,}99$;
$d_2 = 0{,}46$;
$d_3 = 1{,}83$.
Distance des deux premières lentilles :
$b_1 = 0{,}38$.
Distance au diaphragme :
$b_2 = 1{,}4$;
$b_3 = 7{,}55$.
Nature des verres :
$L_1 = L_3 = 1{,}61140$;
$L_2 = 1{,}54820$.

Vers la fin de l'année 1878, J.-A. Knapp avait fait établir, sous le nom de « *lentille correctrice à portraits* », une lentille qui, ajoutée à l'arrière de l'objectif à portraits Petzval, permettrait de le modifier. La maison Voigtlaender avait livré des correctrices de ce genre. Plus récemment, T. R. Dallmeyer a établi une lentille négative spécialement destinée à corriger l'astigmatisme des objectifs à portraits de la série 1/3,5. Par l'addition de ce

1. Brevet français 301399, 9 juin 1900.

correcteur, la distance focale est allongée et le diamètre relatif passe à 1/7 environ; mais l'addition de cette lentille supprime pratiquement l'astigmatisme dont sont entachés les anciens objectifs système Petzval.

Morisson a établi vers 1880, sous le nom d'objectif pour groupes, un instrument composé de quatre verres séparés (*fig. 48*). Les donnés relatives à cet objectif sont les suivantes[1] :

Distance focale 100mm.
Rayons de courbure :
$r_1 = 32{,}1$;
$r_2 = 250$ (convexe);
$r_3 = 214$ (concave);
$r_4 = 53{,}2$;
$r_6 = r_5 = 142{,}8$;
$r_7 = \infty$;
$r_8 = 39{,}0$.
Epaisseur des lentilles : 1mm;
Distance des deux combinaisons : 18,7.

Cet objectif possède huit surfaces réfléchissantes. M. E. Von Hoegh a fait breveter en Angleterre un objectif présentant le même nombre de surfaces[2]. L'objectif est symétrique par rapport au diaphragme; la combi-

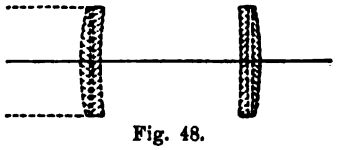


Fig. 48.

naison antérieure est formée d'une lentille biconvexe et d'une lentille biconcave placée à faible distance de la première. L'aberration sphérique de l'objectif est à peu près détruite et l'astigmatisme est bien corrigé pour un champ de 56°. Les données de cet objectif sont différentes de celles de l'Unar :

Distance focale principale $f = 100^{mm}$
Diamètre relatif 1/7,6;
Angle du champ 61°;
Rayons de courbure :
$r_1 = r_8 = 24{,}4$;
$r_2 = r_7 = 53{,}8$;
$r_3 = r_6 = 36{,}6$;
$r_4 = r_5 = 29{,}6$.
Epaisseurs :
$d_1 = d_4 = 2{,}0$;
$d_2 = d_3 = 0{,}9$.
Intervalle des lentilles simples :
$b_1 = b_4 = 0{,}7$;
$b_2 = b_3 = 2{,}5$.

Nature des verres :

Flint au borosilicate..... $L_1 = L_4 = 1{,}6112$. Pouvoir dispersif, 45,9.
Crown lourd à la baryte.... $L_2 = L_3 = 1{,}5356$. — 39,1.

Plus récemment, M. von Hoegh a calculé un nouvel objectif composé de deux verres simples et ne présentant que quatre surfaces réfléchissantes[3]. La maison Goerz construit cet objectif en deux séries : l'une 1/4,5 l'autre 1/6,3.

1. *British Journal of Photography*, 1880, n° 1031. — 2. *British Journal of Photography*, 1898, pp. 570-571 1899, et pp. 813-815. — 3. M. von Rohr, *Theorie and Geschichte der Photographischen* Objektivs, p. 392.

M. Hugo Meyer, à Gœrlitz, a récemment construit, sous le nom d'Aristostigmat, un objectif de diamètre relatif 1/7,7 donnant un champ de netteté de 72 à 85°. L'objectif est constitué par quatre verres simples. Il possède donc huit surfaces réfléchissantes; il n'est pas absolument symétrique. Chacune des combinaisons qui forment l'objectif comporte deux ménisques non collés, l'un convergent à l'extérieur, l'autre divergent à l'intérieur; l'intervalle entre chaque combinaison forme un ménisque d'air divergent (*fig. 49*). Chaque moitié de l'objectif est par elle-même suffisamment corrigée pour

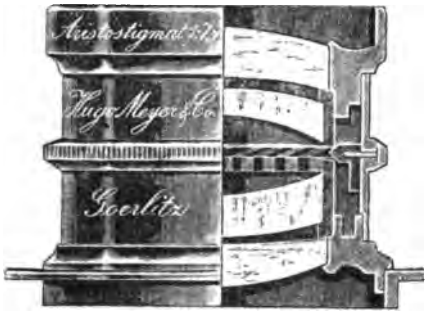


Fig. 49.

pouvoir être employée isolément comme objectif à paysage; la distance focale est sensiblement le double de la distance focale de l'objectif combiné[1].

Cet objectif a été perfectionné par Krauss à Paris; en 1879 Voigt-

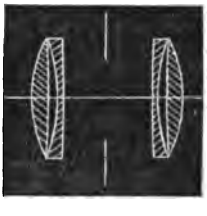


Fig. 50.

laender avait construit des objectifs à huit surfaces réfléchissantes; ces objectifs n'ont pas été employés (*fig. 50*).

Les images fournies par l'aristostigmat sont nettes et brillantes, malgré les réflexions nombreuses que subit la lumière à la surface libre

1. Brevet français, 301 099, 9 juin 1900.

des lentilles; il n'y a pas, en somme, plus de réflexions que dans le planar et dans l'unar de Zeiss. Le peu d'épaisseur des lentilles contribue à augmenter la luminosité de l'objectif. Cet instrument est construit en dix-sept dimensions différentes.

Aristostigmat *f*/7,7.

NUMÈROS	DISTANCE FOCALE	DIAMETRE des LENTILLES	SURFACE NETTEMENT COUVERTE		
			DIAPHRAGME 17,7	DIAPHRAGME 1/12,5 à 1/18.	DIAPHRAGME 1/50
	mm	mm	cm	cm	cm
0000	40	5,2	4 × 4	5 × 5	5 × 7
000	60	8,0	6 × 6	6 × 8	7 × 9
00	90	11,7	6 × 9	8 × 10	9 × 12
00	120	15,6	9 × 12	10 × 13	12 × 16
5 *a*	135	17,5	10 × 13	12 × 16	13 × 18
1	150	19,5	12 × 15	13 × 18	16 × 21
2	180	23,4	13 × 18	16 × 21	18 × 24
3	210	27,3	16 × 21	18 × 24	21 × 27
4	240	31,2	18 × 24	21 × 27	24 × 30
5	270	35,0	21 × 27	24 × 30	30 × 36
6	300	39,0	24 × 30	30 × 36	30 × 40
7	360	46,8	30 × 36	30 × 40	39 × 47
8	420	54,5	30 × 40	33 × 44	40 × 50
9	480	62,3	40 × 50	45 × 55	50 × 60
10	600	77,9	50 × 60	55 × 65	60 × 75
11	750	97,4	60 × 70	70 × 80	80 × 100
12	900	117,0	70 × 80	80 × 90	100 × 120

M. Lacour a établi, dans le courant de l'année 1901, un objectif formé de cinq verres collés au baume. Le diamètre relatif de cet objectif, du type des anciens objectifs simples, est d'environ 1/7; malgré cette grande ouverture, l'aberration sphérique est cependant fort bien corrigée. Par l'emploi d'un diaphragme égal à 1/12, le champ circulaire de l'image nette est d'environ une fois et demie le foyer. C'est de beaucoup le meilleur des objectifs simples qui aient été construits; malheureusement le nombre des lentilles et les difficultés de construction augmentent dans des proportions considé-

rables le prix de cet appareil, qui, à égalité de diaphragme, donne des images plus brillantes que celles fournies par n'importe quel objectif.

Les aplanats de Steinheil et des autres constructeurs, établis avec quatre verres cimentés deux à deux, admettent des ouvertures comprises entre 1/6,5 et 1/7,9.

Le Dr Miethe a construit en 1888 un anastigmat à quatre lentilles avec une ouverture relative de 1/7. La construction de cet objectif a été abandonnée.

Le triplet de Abbe et Rudolph est composé de cinq lentilles : deux ménisques convergents placés l'un à l'avant, l'autre à l'arrière, et entre les deux un système correcteur composé de trois lentilles collées (**B, 1069**). L'ouverture du triplet apochromatique, aussi bien que celle du triplet achromatique, était de 1/7,2; les données relatives à ce dernier objectif sont les suivantes :

Distance focale principale : 100mm;
Angle du champ 53°;
Diamètre relatif 1/7,2.
Rayons de courbure :
$r_1 = r_8 = 26{,}2$;
$r_2 = r_7 = 39{,}2$;
$r_3 = r_6 = 23{,}5$;
$r_4 = r_5 = 14{,}0$.
Epaisseurs :
$d_1 = d_5 = 3{,}4$;
$d_2 = d_4 = 1{,}1$;
$d_3 = 5{,}7$.
Distance des deux combinaisons antérieures :
$b_1 = 4{,}3$.
Distance de la seconde combinaison au diaphragme :
$b_2 = 0{,}8$.
Distance de la troisième combinaison au diaphragme :
$b_3 = 3{,}5$.
Indice de réfraction des verres n_D :
$L_1 = L_5 = 1{,}51660$;
$L_2 = L_4 = 1{,}56760$;
$L_3 = 1{,}50846$.

L'astigmatisme était assez considérable dans ces objectifs, et, sous ce rapport, les anastigmats de la série 1/7,2 lui étaient bien supérieurs; mais

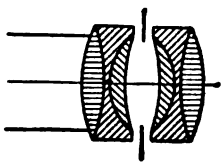


Fig. 51.

les objectifs de cette dernière série ont été remplacés par l'anastigmat à cinq lentilles, modèle 1895, qui forme la série IIe de Zeiss, dont l'ouverture est voisine de 1/8.

Le double anastigmat de Gœrz d'ouverture *f*/7,7 a été calculé par M. von Hoegh (B, p. **130**). La construction de cet objectif a été modifiée depuis peu de temps et le diamètre relatif a été agrandi de façon à être égal à 1/6,8. La rapidité de l'objectif employé à toute ouverture est donc augmentée d'environ un sixième. Voici les données relatives au double anastigmat du type 1893 (*fig. 51*).

Distance focale principale : 100mm;
Diamètre relatif 1/7,7 à 1/8;
Angle de champ 72°.
Rayons de courbure :
$r_1 = r_8 = 19{,}1$;
$r_2 = r_7 = 22{,}7$;
$r_3 = r_6 = 8{,}3$;
$r_4 = r_5 = 20{,}5$.

Epaisseurs :
$d_1 = d_6 = 3{,}1$;
$d_2 = d_5 = 0{,}8$;
$d_3 = d_4 = 1{,}9$.
Distances de chaque combinaison au diaphragme :
$b_1 = b_2 = 2{,}3$.

Nature des verres :

	Indice de réfraction.	Dispersion.
Crown silicate.....	$L_1 = L_6 = 1{,}61310$	44,7
Flint léger à la baryte.....	$L_2 = L_5 = 1{,}56804$	41,2
Crown lourd à la baryte...	$L_3 = L_4 = 1{,}51497$	46,2

Le diamètre relatif de ces objectifs a été augmenté dans les objectifs récemment construits par la maison Goerz : il est de 1/6,8 pour les objectifs jusqu'à 0m30 de foyer; pour les dimensions au-dessus, il est de *f*/7,7. La série de ces doubles anastigmats (série III) comprend dix-sept objectifs, comme le montre le tableau suivant.

Double anastigmat Gœrz.

NUMÉROS	DIAMÈTRE	DISTANCE FOCALE principale.	SURFACES NETTEMENT COUVERTES		
			A TOUTE OUVERTURE	DIAPHRAGME 1/15,5	DIAPHRAGME 1/62
	mm	mm	cm	cm	cm
0000	7	40	4 × 4	5 × 5	5 × 7
000	10	60	6 × 6	6 × 9	7 × 9
000a	12	75	7 × 8	8 × 10	9 × 12
00	16	90	9 × 9	9 × 12	13 × 18
0	19	120	9 × 12	13 × 18	16 × 21
1	23	150	12 × 16	16 × 21	21 × 27
2	27	180	13 × 16	18 × 24	24 × 30
3	31	210	16 × 21	21 × 27	30 × 36
4	35	240	18 × 24	24 × 30	30 × 40
5	40	270	21 × 27	30 × 36	40 × 50
6	44	300	24 × 30	35 × 40	45 × 55
7	52	360	30 × 36	40 × 50	50 × 60
7a	61	420	30 × 40	45 × 55	55 × 65
8	69	480	40 × 50	50 × 60	60 × 70
9	86	600	50 × 60	60 × 70	80 × 90
10	106	750	60 × 70	70 × 80	100 × 120
11	128	900	70 × 80	100 × 120	120 × 150

M. T. R. Dallmeyer a établi, sous le nom de « série III », une nouvelle série d'objectifs stigmatiques (**B**, p. 121) d'ouverture maxima *f*/7,5 et *f*/8 pour les numéros 6 et 7. La série comprend neuf grandeurs d'objectifs (*fig. 52*).

Stigmatic série III *f*/7,5

NUMÉRO	DISTANCE FOCALE	SURFACES NETTEMENT COUVERTES	
		A TOUTE OUVERTURE	DIAPHRAGME 1/16
	mm	cm	cm
1AA	76	5 × 6	8 × 11
1A	102	6,5 × 9	10 × 13
1	127	8 × 11	12 × 16,5
2	152	10 × 13	12,5 × 19
3	210	12 × 16,5	16 × 22
4	241	13 × 20	20 × 25
5	280	16 × 22	25 × 30
6	330	20 × 25	30 × 38
7	400	25 × 30	40 × 45

Les double anastigmats construits par la plupart des bons constructeurs présentent en général ce diamètre relatif 1/7,5. Parmi ces

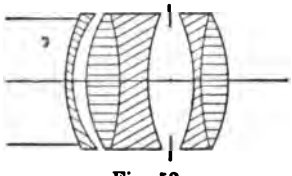


Fig. 52.

nombreux objectifs de type assez semblables, il convient de citer tout particulièrement ceux de M. Lacour. Ses eurygraphes anastigmatiques doubles (**B**, p. 125) de diamètre relatif *f*/6,8 à *f*/7,5 ont été récemment perfectionnés; les diverses corrections sont réalisées d'une façon absolument remarquable, et l'on doit considérer les objectifs de cette série comme faisant partie des meilleurs instruments que puisse fournir l'optique actuelle.

M. Suter, à Bâle, a construit une nouvelle série d'anastigmats à huit lentilles. L'objectif est constitué par deux objectifs simples formés de quatre verre collés et disposés symétriquement de chaque côté du diaphragme; il est assez semblable à celui que l'on peut réa-

liser en utilisant les combinaisons indiquées par M. Lacour. Chaque combinaison peut être employée isolément et fournit un objectif dont la distance focale est le double de celle de l'objectif symétrique. La lentille frontale de l'objectif est en crown lourd à la baryte; toutes les lentilles ont été établies aussi minces que possible, afin de diminuer l'absorption de lumière. L'ouverture relative est d'environ *f*/7,7. La correction astigmatique et la planéité du champ sont réalisées de façon fort satisfaisante. Le pouvoir nominal de l'objectif est *inférieur* à son pouvoir réel, c'est-à-dire que, comme l'a constaté M. Wallon, la surface couverte est supérieure à celle qu'indique le catalogue du

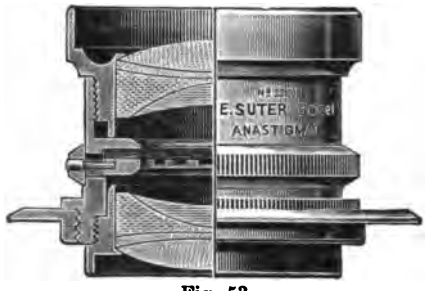


Fig. 53.

constructeur, contrairement à ce que l'on constate chez beaucoup d'opticiens. La série de cet objectif comprend onze grandeurs (*fig. 53*).

Anastigmat Suter 1/7,2.

NUMÉROS	DIAMÈTRE	DISTANCE FOCALE	SURFACES NETTEMENT COUVERTES		
			1/7,2	1/16	1/64
	mm	mm	cm	cm	cm
0	19	100	6 × 9	9 × 12	12 × 16
1	22	135	9 × 12	12 × 16	13 × 18
2	27	175	13 × 18	15 × 21	18 × 24
3	32	205	15 × 21	18 × 24	24 × 30
4	39	270	18 × 24	24 × 30	30 × 40
5	52	330	24 × 30	30 × 40	40 × 50
6	60	400	30 × 40	40 × 50	50 × 60
7	65	500	40 × 50	50 × 60	60 × 70
8	81	650	50 × 60	60 × 70	70 × 80
9	95	750	60 × 70	70 × 80	80 × 90
10	108	900	70 × 80	80 × 90	100 × 120

Tout récemment, le même constructeur a augmenté l'ouverture de ces anastigmats et l'a porté à 1/6,3; il construit sept numéros de cette série.

NUMÉROS	DIAMÈTRE	FOYER PRINCIPAL	GRANDEUR D'IMAGE NETTE		DIAMÈTRE DU CHAMP°
			1/6,3	1/16	
	mm	mm	cm	cm	cm
00	27	140	9 × 12	13 × 18	22
0	32	185	13 × 18	15 × 21	26
1	39	220	15 × 21	21 × 27	32
2	52	290	18 × 24	24 × 30	38
3	60	350	21 × 27	30 × 36	45
4	66	410	24 × 30	36 × 40	55
5	81	520	30 × 36	40 × 50	70

1559. Objectifs de diamètre relatif compris entre 1/7,7 et 1/9. — Les objectifs de la série II[a], de Zeiss (B, **1328**), ont rem-

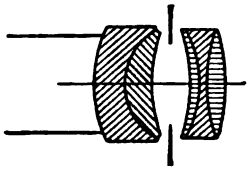


Fig. 54.

placé l'ancienne série III. Voici les données relatives à la construction de cet objectif (*fig. 54*) :

Distance focale principale : 100[mm];

Ouverture relative maxima : 1/7,8;

Angle de champ : 57°.

Rayons de courbure :

$r_1 = 13{,}0$;
$r_2 = 8{,}4$;
$r_3 = 20{,}1$;
$r_4 = 23{,}0$;

Epaisseurs :

$d_1 = 4{,}5$;
$d_2 = 3{,}2$;
$d_3 = 1{,}4$;
$d_4 = 1{,}0$;
$d_5 = 2{,}5$.

Distance des combinaisons au diaphragme :

$b_1 = b_2 = 2{,}46$.

Rayons de courbure :
$r_5 = 15{,}2$;
$r_6 = 21{,}9$;
$r_7 = 25{,}6$.

Nature des verres :
Indices de réfraction n_D.
$L_1 = 1{,}60644$;
$L_2 = 1{,}51750$;
$L_3 = L_5 = 1{,}60925$;
$L_4 = 1{,}51338$.

La correction de l'aberration sphérique est particulièrement bien réalisée dans cet objectif; l'astigmatisme est réduit au minimum et l'image est extrêmement brillante, car l'instrument n'a que quatre surfaces réfléchissantes.

L'objectif orthoscopique (I, **80**) de Petzval admettait une ouverture de de 1/8,1 ; l'emploi de cet objectif est à peu près abandonné aujourd'hui. On pourrait cependant, avec avantages, ajouter aux trousses d'objectifs une lentille négative permettant d'obtenir avec les lentilles simples anastigmatiques un nouveau genre d'orthoscopique ; on éviterait ainsi les inconvénients

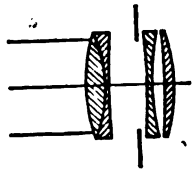


Fig. 55.

de poids que présente le téléobjectif, et l'on pourrait réduire considérablement la longueur du tirage de la chambre noire. Les données de l'orthoscopique (*fig. 55*) sont les suivantes :

Distance focale principale : 100mm ;
Diamètre relatif 1/8,1.
Rayons de courbure :
$r_1 = 22{,}5$;
$r_2 = 17{,}6$;
$r_3 = 185{,}7$;
$r_4 = 53{,}5$;
$r_5 = 31{,}5$;
$r_6 = 78{,}2$;
$r_7 = 22{,}8$.
Epaisseurs :
$d_1 = 2{,}5$;
$d_2 = 0{,}6$;
$d_3 = 0{,}6$;
$d_4 = 1{,}2$.

Distance des deux combinaisons au diaphragme :
$b_1 = 3{,}7$;
$b_2 = 1{,}2$.
Distance des deux lentilles postérieures :
$b_3 = 1{,}6$.
Indices de réfraction des verres :
$L_1 = L_3 = 1{,}517$;
$L_2 = L_4 = 1{,}575$.

L'aplanat de Steinheil, première forme, admettait une diamètre relatif de 1/8 et un angle de champ de 44°. Les données relatives à cet objectif son

différentes de celles (V. I., p. **144**) des aplanats construits plus tard; au début, ces données étaient les suivantes :

Distance focale principale : 100mm ;
Diamètre relatif 1/8,1 ;
Angle de de champ 44°.
Rayons de courbure :
$r_1 = r_6 = 25{,}3$;
$r_2 = r_5 = 10{,}4$;
$r_3 = r_4 = 35{,}9$.
Epaisseurs :
$d_1 = d_4 = 0{,}8$;
$d_2 = d_3 = 1{,}3$.
Distance de chaque combinaison au diaphragme :
$b_1 = b_2 = 10{,}1$.
Nature des verres n_D :
$L_1 = L_4 = 1{,}61603$;
$L_2 = L_3 = 1{,}58329$.

La maison Busch a récemment repris la construction de ces aplanats avec les nouveaux verres d'Iéna. Les objectifs ont une ouverture égale à 1/8 et donnent de bonnes images, bien supérieures à celles que donnaient les anciens aplanats.

M. Morin, directeur de la fabrique française de verre d'optique de Ligny-en-Barrois (Meuse), a établi, sous le nom d'*Apoquartz*, une série d'anastigmats symétriques à six lentilles, de diamètres relatifs compris entre *f*/7,5 et *f*/8. L'angle du champ de netteté est de 64° à pleine ouverture et de 87° avec le plus petit diaphragme. Dans cet objectif, la correction de l'astigmatisme est obtenue de façon tout à fait remarquable. Les trois matières qui constituent l'objectif proviennent de la verrerie Mantois.

M. Français a construit, en 1898, un objectif à huit verres du type symétrique[1]. Chacune des combinaisons qui le constituent comprend une lentille double convergente associée à une lentille double divergente. L'épaisseur totale de la combinaison est assez faible malgré le nombre de lentilles; l'écartement des deux combinaisons est relativement grand. L'angle de champ, à toute ouverture *f*/8 environ, est voisin de 60°. Cet instrument, très bien corrigé pour l'aberration sphérique de grossissement, est précieux pour la photographie par procédé trichrome. Les images des trois monochromes sont d'égale netteté et d'égale dimension, ce qui n'arrive pas avec bon nombre d'objectifs.

C'est précisément pour obvier à cet inconvénient que la maison Voigtlaender a construit récemment le collinéaire apochromatique[2]. Par le choix convenable des verres employés à la construction de cet objectif, on arrive à éliminer complètement le spectre secondaire;

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 290. — 2. Brevet français 306350, du 18 décembre 1900; voir *la Photographie*, 1901, p. 187

par suite, les trois images produites derrière les écrans bleus, verts et rouge se trouvent toutes sur le même plan. Elles sont de même grandeur et se repèrent sans difficulté ; il n'y a donc pas de foisonnement par l'impression trichrome.

Ce collinéaire apochromatique rentre dans la catégorie des triplets (Vol. I, p. 131). Il se compose de deux combinaisons, chacune avec deux verres collés au baume et placés à chaque extrémité du tube de l'objectif; entre les deux se trouve un verre très dispersif et peu réfringent, taillé en forme de ménisque convexe. Les données de cet objectif sont les suivantes :

Distance focale principale : 100mm ;
Diamètre relatif : 1/8 à 1/9 ;
Angle de champ : 50°.
Rayons de courbure :
$r_1 = r_8 = 41{,}0$;
$r_2 = r_7 = 25{,}76$;
$r_3 = r_6 = 583{,}8$;
$r_4 = r_5 = 44{,}76$ (lentille biconcave).

Epaisseurs suivant l'axe :
$d_1 = d_7 = 1{,}9$;
$d_2 = d_6 = 3{,}6$;
$d_3 = 1{,}6$.
Distance de la lentille biconvexe aux deux combinaisons antérieure et postérieure :
$b_1 = b_2 = 8{,}1$.

Nature des verres :

Indices de réfraction.....	$L_1 = L_5 = 1{,}5638$	N_D
—	$1{,}5811$	N_{G1}
— ...	$L_2 = L_3 = L_4 = 1{,}6080$	N_D
—	$= 1{,}6217$	N_{G1}

Le diaphragme se place entre la lentille biconvexe et la combinaison postérieure. Cet objectif se construit dans les dimensions suivantes :

Collinéaire apochromatique.

DIAMÈTRE DES LENTILLES	DISTANCE FOCALE	SURFACE COUVERTE
mm	cm	cm
10	8	6 × 6
34	30	24 × 30
47	42	36 × 45
67	60	50 × 60
89	80	60 × 70

M. Schroeder, bien connu par le calcul de l'objectif concentrique (B, p. 45), a calculé un objectif périscopique achromatique, breveté en Amérique en 1896, et rappelant le périscope achromatique de F. H. Wenham[1]. Cet objectif se compose d'un ménisque divergent collé à un ménisque convergent et formant la combinaison antérieure; un simple ménisque convergent forme la combinaison postérieure; le diaphragme se place entre les deux combinaisons (*fig. 56*). L'aberration sphérique du système est assez bien

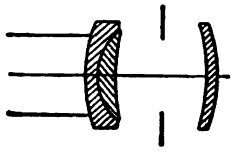


Fig. 56.

corrigée suivant l'axe; mais la correction de l'astigmatisme laisse beaucoup à désirer, et, sur les bords du champ de l'image, la différence astigmatique atteint $8^{mm},5$, ce qui est excessif. Voici les données de ce système :

Distance focale principale $f = 100^{mm}$;
Diamètre relatif 1/5,5;
Angle de champ 61°.
Rayons de courbure :
$r_1 = 20,8$;
$r_2 = 7,8$;
$r_3 = 27,9$;
$r_4 = 25,4$;
$r_5 = 20,8$;

Epaisseurs :
$d_1 = 1,7$;
$d_2 = 2,4$;
$d_3 = 1,5$.
Distance des lentilles au diaphragme :
$b_1 = b_2 = 5,9$.
Nature des verres n_D :
$L_1 = 1,5473$;
$L_2 = 1,5149$;
$L_3 = 1,5688$.

En somme, les images que donne cet objectif sont inférieures à celles que l'on obtient par l'emploi des objectifs Cooke[2].

Vers la fin de 1891, le Dr Rudolph a établi une série d'anastigmats à

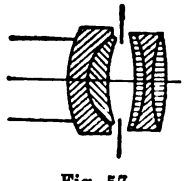


Fig. 57.

cinq lentilles de diamètre relatif 1/9 à 1/9,4. Ces objectifs constituent les instruments de la série III*a* de ce constructeur, instruments qui ont été

1. *Phot. Journal*, 1857-58, n° 61, pp. 111-112. — 2. *Phot. Mittheilungen*, 1896-97, pp. 392-393.

modifiés et qui sont actuellement construits avec quatre lentilles. associées deux à deux, en place d'une combinaison de deux lentilles, associées à une combinaison de trois verres collés (A, p. **74**) (B, p. **118**). Voici les données relatives à l'ancienne forme de cet objectif (*fig. 57*).

Distance focale principale = 100;
Diamètre relatif 1/9,4 à 1/9;
Angle de champ 76°.
Rayons de courbure :
$r_1 = 15{,}8$;
$r_2 = 7{,}0$;
$r_3 = 16{,}9$;
$r_4 = 25{,}5$;
$r_5 = 15{,}4$;
$r_6 = 21{,}3$;
$r_7 = 28{,}4$.

Epaisseurs :
$d_1 = 2{,}6$;
$d_2 = 2{,}8$;
$d_3 = 1{,}4$;
$d_4 = 1{,}0$;
$d_5 = 1{,}9$.
Distance au diaphragme .
$b_1 = b_2 = 1{,}76$.
Nature des verres n_D :
$L_1 = 1{,}56226$;
$L_2 = 1{,}51867$;
$L_3 = L_5 = 1{,}61120$;
$L_4 = 1{,}52276$.

La correction de l'astigmatisme est fort bien réalisée sur un champ angulaire de 68°; cette aberration est d'ailleurs de faible importance sur les bords du champ; l'instrument est d'un faible poids et peut servir pour tous les travaux en plein air (B, p. **117**).

1560. Objectifs de diamètres relatifs compris entre 1/9 et 1/10. — Les premiers objectifs simples à grande ouverture remontent à l'époque de la découverte du daguerréotype. Un objectif fourni en 1839 par Girou (sans nom d'opticien) présente, en effet, une ouverture d'environ 1/10e et ne diffère pas sensiblement, comme forme générale, de l'ancien doublet de Wollaston. La nécessité d'opérer relativement vite avec les procédés lents en usage à cette époque amena G. S. Cundell [1] à associer deux ménisques de Wollstan d'environ 61 centimètres de distance focale et de 76 millimètres d'ouverture séparés par un diaphragme et admettant une ouverture de *f*/10 à *f*/8 pour un champ de netteté d'environ 20°; cet objectif constituait le premier objectif *symétrique* d'un emploi un peu pratique. Ces combinaisons de deux lentilles simples furent reprises en 1855 par J. Brown et Davidson qui, utilisant deux objectifs simples de forme française, de foyers d'environ 35 et 53 centimètres, établirent une véritable trousse. Cette combinaison donnait, en effet, par l'emploi des deux lentilles, une image pour la plaque 11 × 16 centimètres; la lentille de 35 centimètres servait pour plaque du format 18 × 23 centimètres, et enfin la combinaison de 53 centimètres de foyer était utilisée pour une image de 30 × 38 centimètres. On trouve dans ce dispositif les idées premières qui ont présidé plus tard à la construction de l'objectif globe et même à celle du triplet. L'objectif Davidson ne pouvait servir pour la reproduction des cartes, plans, etc. Par l'adjonction d'une lentille négative [2] au contact du diaphragme, on pouvait espérer, comme l'expérience l'a d'ailleurs montré, rendre le champ

1. *Philosophical Magazine*, 1844, pp. 173-175, et *British Journal of Photography*, 1866, n° 308. — 2. Voyez Van Monckhoven, *Traité d'optique photographique*, 1865, p. 145.

plus plan. Sutton, en 1858, établit ainsi un triplet symétrique[1], tandis que le triplet de Dallmeyer est constitué par trois lentilles, une négative placée entre deux lentilles convergentes de foyers différents; l'ouverture du système est d'environ 1/10,6. Dans le triplet de Ross, construit en 1863, les deux lentilles sont symétriques (*actinic triplet*). Les aplanats de Steinheil, les rectilinéaires rapides de Dallmeyer et ceux des autres opticiens ont remplacé les triplets; en particulier, l'aplanat pour vues de Steinheil, est composé de deux combinaisons établies avec un ménisque divergent en flint placé à l'extérieur et collé à un ménisque convergent en crown. Le diaphragme étant placé entre les deux, admet une ouverture de *f*/10,5. Voici d'ailleurs les données relatives à ce système.

Distance focale principale = 100mm;	Epaisseurs :
Diamètre relatif 1/10,5;	$d_1 = d_4 = 0{,}9$;
Angle de champ 60°.	$d_2 = d_3 = 3{,}6$;
Rayons de courbure :	$b_1 = b_2 = 1{,}15$.
$r_1 = r_6 = 19{,}0$;	Nature des verres n_D :
$r_2 = r_5 = 8{,}3$;	$L_1 = L_4 = 1{,}61588$;
$r_3 = r_4 = 23{,}3$.	$L_2 = L_3 = 1{,}58027$.

Les trousses d'objectifs rectilinéaires Berthiot parues en 1874, celles de Français en 1882, admettaient des ouvertures comprises entre 1,8 et 1/11; les objectifs simples rapides pour stéréoscope de Dallmeyer admettent un diaphragme d'ouverture *f*/10.

Les nouveaux objectifs simples de M. Lacour, composés de trois verres collés au baume, admettent un diamètre relatif de *f*/9 à *f*/10. Les trois lentilles qui constituent l'objectif sont toutes trois taillées dans des verres différents. Lorsque l'on doit combiner ces divers objectifs deux à deux pour obtenir les anastigmats de diamètre relatif 1/5, on utilise des combinaisons disposées de telle sorte que la combinaison résultante contienne six variétés de verres; dans ces conditions, les diverses aberrations de l'objectif sont parfaitement corrigées. Ces lentilles simples sont construites dans des dimensions à peu près identiques à celles des objectifs de la série *f*/12,5.

La grande luminosité de ces objectifs, le brillant de l'image qu'ils fournissent les rendent précieux pour l'obtention des groupes et des paysages.

La distorsion commune à tous les objectifs simples ne devient sensible que si l'on utilise l'objectif sur un format de plaque dont le plus grand côté est égal à la longueur focale de l'objectif et si des lignes droites sont reproduites sur les bords de l'image.

L'objectif orthostigmat grand angle de Steinheil type II, de diamè-

1. *British Journal of Photography*, 1869.

tre 1/10, composé de deux combinaisons de trois verres collés (B, p. **111**) est l'un des meilleurs objectifs ayant ce diamètre relatif; c'est une modification de l'orthostigmat 1/6,8. Ce nouveau type d'objectif a été obtenu par une modification de la clarté. La réduction de l'ouverture a permis de réaliser une correction plus parfaite des aberrations sphériques, chromatiques et astigmatiques; on réalise ainsi un rendement supérieur au point de vue de la netteté, de la profondeur, de la planéité du champ, conséquence de la suppression de l'astigmatisme. Un usage assez prolongé de cet objectif nous a démontré sa grande supériorité sur l'ancien aplanat grand angulaire pour reproductions (**I, 68**). L'orthostigmat 1/10 est livré dans les dimensions suivantes :

NUMÉROS	DIAMÈTRE des LENTILLES	FOYER	SURFACE COUVERTE NETTEMENT POUR		
			REPRODUCTION à grandeur égale. 1/20 — 1/40	GROUPES 1/10	PAYSAGES 1/40 — 1/80
	mm	cm	cm	cm	cm
7	35	30	40 × 50	21 × 27	30 × 40
8	45	40	50 × 60	26 × 34	40 × 50
9	58	50	60 × 70	30 × 40	50 × 60
10	70	60	70 × 80	35 × 45	60 × 70
11	87	75	80 × 90	40 × 50	70 × 80
12	105	90	90 × 100	50 × 60	80 × 90

Les prismes et autres accessoires nécessaires pour les reproductions s'appliquent très facilement à ces nouveaux objectifs.

§ 4. — Objectifs de diamètre compris entre 1/10 et 1/14.

1561. Objectifs de diamètres relatifs compris entre 1/10 et 1/12. — L'objectif simple de Dallmeyer à trois verres collés (**I, 50, 51**) admet une ouverture de 1/11 à 1/11,8.

Les nouvelles lentilles simples de Zeiss, à quatre verres collés, ont une ouverture de 1/11 pour les trois premiers numéros ayant des distances focales de 100, 135 et 170 millimètres; les numéros plus forts ont une ouverture relative d'environ 1/12,5 et l'angle de l'image utilisable est d'environ 85°. Les combinaisons de ces instruments

forment les doublets protar, série VII[a], de diamètres relatés 1/6,3, 1/7,0, 1/7,7, permettant tous les genres de photographies; ces combinaisons, série VII[a] Protar, se construisent dans les dimensions que nous avons précédemment indiqué. (B. p. **140**).

Ces protars sont utilisables pour les instantanées en plein air, les paysages, groupes, portraits dans l'atelier. Pour cette dernière application, les n[os] de 7 à 11 (59 centimètres à 1 mètre de distance focale) conviennent tout particulièrement et donnent des images dépourvues de cette sécheresse que l'on constate souvent sur les grands portraits directs. Les grandes épreuves obtenues à l'aide de ces lentilles simples sont des plus harmonieuses et possèdent plus de brillant que celles faites avec les objectifs à portraits qui ont six surfaces réfléchissantes; le protar n'en a que deux. Le temps de pose n'est guère plus long que celui exigé par l'emploi des objectifs à portraits, car pour obtenir une profondeur de champ suffisante, il faut diaphragmer de 1/9 à 1/12, tant et si bien que, dans de telles conditions, l'objectif à portraits, qui donne plus de finesse sur un plan unique, n'agit pas plus rapidement que la lentille simple. Ces objectifs sont actuellement construits dans les dimensions suivantes :

NUMÉROS	DIAMÈTRE des LENTILLES	FOYER	LONGUEUR du TIRAGE	SURFACES NETTEMENT COUVERTES		DIAMÈTRE DU CHAMP angle 75°
				Grand DIAPHRAGME	DIAPHRAGME 1/25	
	mm	cm	mm	cm	cm	cm
0	11	100	117	6 × 9	9 × 11	15
00	14	135	160	7 × 10	12 × 15	21
000	18	170	201	9 × 12	13 × 18	26
1	16	183	206	12 × 15	16 × 21	28
2	20	224	252	13 × 18	21 × 27	34
3	25	285	320	16 × 21	24 × 30	44
4	31	350	390	21 × 27	29 × 34	54
5	36	412	456	24 × 30	30 × 40	63
6	42	480	530	29 × 34	34 × 39	74
7	51	590	657	30 × 40	40 × 50	91
8	61	690	769	34 × 39	50 × 60	106
9	71	782	871	39 × 47	55 × 65	120
10	82	862	960	40 × 50	60 × 70	132
11	94	1000	1114	47 × 57	70 × 80	153

Voici les données relatives à ce système (*fig. 56*) :

Distance focale principale = 100mm ;
Diamètre relatif 1/12,5 ;
Angle du champ 68°.
$r_1 = 14,7$;
$r_2 = 23,4$;
$r_3 = 11,2$;
$r_4 = 7,4$;
$r_5 = 15,4$.
Distance au diaphragme :
$b_1 = 1,9$.

Epaisseurs :
$d_1 = 1,3$;
$d_2 = 1,7$;
$d_3 = 1\,7,;$
$d_4 = 1,3$.
Nature des verres n_D .
$L_1 = 1,51743$;
$L_2 = 1,61002$;
$L_3 = 1,51156$;
$L_4 = 1,58254$.

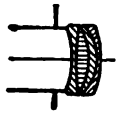


Fig. 58.

Les périgraphes extra-rapides de Berthiot (**A**, **1054**) admettent une ouverture relative d'environ 1/12; les nouveaux eurygraphes grands angulaires de Lacour ont remplacé ces objectifs et admettaient une ouverture maxima de 1/11.

Le périgraphe anastigmatique grand angle de Lacour embrasse un angle considérable : avec de petits diaphragmes, le diamètre de la surface pratiquement nette est plus grande que le double de la longueur focale principale; l'angle embrassé correspond sensiblement à 106°. Les deux lentilles qui constituent cet objectif sont symétriques; elles peuvent être employées individuellement et constituent alors de bons objectifs simples. Les longueurs focales ont été choisies de telle sorte que l'angle nettement couvert sur le plus grand côté de la plaque dépasse 90° lorsqu'on emploie le diaphragme 1/30 à 1/40 ; il dépasse 96° lorsque le diaphragme employé est *f*/50 à *f*/70 et que l'objectif est utilisé à photographier des intérieurs ou des sujets rapprochés. En combinant deux lentilles de foyers différents, on obtient des *périgraphes asymétriques* permettant l'établissement de trousses grand angulaires donnant des combinaisons dont la longueur focale est sensiblement le quart de la somme des longueurs focales constituantes. La série de ces périgraphes anastigmatiques symétriques comprend quinze numéros.

NUMÉROS	DIAMÈTRE DES LENTILLES	LONGUEURS FOCALES	SURFACES COUVERTES AVEC PETITS DIAPHRAGMES	
			PAYSAGES	INTÉRIEURS
	mm	mm	cm	cm
0	7	45	6,5 × 9	7 × 10
1	9	60	9 × 12	10 × 14
2	13	90	13 × 18	15 × 21
3	18	120	18 × 24	21 × 27
3 *bis*	20	135	21 × 27	24 × 30
4	22	150	24 × 30	27 × 33
5	30	200	30 × 40	35 × 45
6	38	250	40 × 50	45 × 55
7	45	300	50 × 60	60 × 65
8	53	350	55 × 70	65 × 80
9	60	400	60 × 80	70 × 90
10	68	450	65 × 90	75 × 105
11	76	500	75 × 100	85 × 115
12	90	600	90 × 120	105 × 140
13	98	650	100 × 130	115 × 150
14	120	800	120 × 160	150 × 185

L'emploi de ces objectifs est particulièrement utile pour la photographie de monuments, d'intérieurs, dans le cas de manque de recul, de vues panoramiques, etc.

Le double anastigmat de Goerz de diamètre relatif *f*/11 (B, p. **113**) est surtout destiné aux reproductions de cartes, plans, etc.

L'objectif simple, tel que le construisent en France la plupart des opticiens, admet une ouverture relative de *f*/12; il est constitué par un ménisque divergent de flint, collé à une lentille biconvexe de crown, cette dernière regardant le verre dépoli. Voici les données d'un tel système :

Distance focale principale = 100mm;
Diamètre relatif 1/12;
Angle de champ 40°.
Rayons de courbure :
$r_1 = 80{,}3$;
$r_2 = 77{,}2$;
$r_3 = 28{,}0$.
Épaisseurs :
$d_1 = 1{,}3$;
$d_2 = 3{,}1$.
Distance au diaphragme :
$b_1 = 18{,}1$.
Nature des verres n_D :
$L_1 = 1{,}613$;
$L_2 = 1{,}513$.

Cet objectif n'est pas corrigé de l'aberration sphérique, et pour obtenir une image suffisamment nette, il faut le diaphragmer assez fortement (1/25

à 1/30) ; il n'est pas corrigé de l'astigmatisme. Par l'emploi des nouveaux verres, on a pu augmenter considérablement le champ de netteté de cet objectif.

Les anastigmats de Miethe, construits par Hartnack, admettent une ouverture de 1/12; ils sont établis avec un crown au phosphate et un flint léger (A, p. 35).

Les eurygraphes anastigmatiques simples de Lacour sont formés de trois ou quatre lentilles cimentées au baume du Canada; l'aberration sphérique est bien corrigée dans cet objectif, de telle sorte qu'avec un diaphragme moyen (1 : 25) on peut l'utiliser pour l'obtention de paysages pour lesquels il y a insuffisance de recul. L'image obtenue est extrêmement brillante; le temps de pose est très court parce que les épaisseurs des verres sont faibles et que les matières employées sont incolores. On peut utiliser avec avantage les lentilles dont la longueur dépasse 50 centimètres pour obtenir des portraits directs de grande dimension dans l'atelier, et pour ce travail spécial, l'image obtenue avec les lentilles simples de M. Lacour présente plus de fondu, est d'un effet plus artistique que celle obtenue par l'emploi des objectifs à portraits. La série de ces eurygraphes simples comprend douze objectifs d'ouverture relative 1/10,2.

NUMÉROS	DIAMÈTRE	LONGUEURS FOCALES	SURFACES COUVERTES	
			DIAPHRAGMES 1/10	DIAPHRAGMES 1/25
	mm	mm	cm	cm
0	13	123	8 × 10	10 × 14
1	15	142	9 × 12	12 × 16
2	20	190	12 × 15	16 × 22
3	24	230	13 × 18	21 × 27
4	27	255	15 × 21	22 × 29
5	31	305	16 × 22	25 × 32
6	36	340	18 × 24	27 × 33
7	40	390	21 × 27	30 × 40
8	49	475	24 × 30	35 × 45
9	59	570	27 × 33	40 × 50
10	71	685	35 × 45	50 × 60
11	81	790	40 × 50	55 × 65

1562. Objectifs de diamètres compris entre 1/12 et 1/14. — La construction des eurygraphes simples à trois verres d'ouverture 1/12,9 (**B**, p. 97) a été perfectionnée dans ces derniers temps par **M.** Lacour, de telle sorte que le foisonnement des images sur les bords a été considérablement diminué et que les mêmes dimensions de plaques sont couvertes avec des diaphragmes plus grands que ceux qui étaient utilisés avec les anciens objectifs. Ces eurygraphes forment l'une des meilleures séries d'objectifs à paysages que l'on puisse utiliser.

M. Morin a construit, sous le nom de photo-quartz, des objectifs à six verres avec lentilles extérieures en quartz, d'ouverture comprise entre 1/13 et 1/15, suivant les dimensions.

La maison Zeiss a renoncé à la construction des anciens anastigmats à trois lentilles d'ouverture voisine de *f*/14. Cette série a été remplacée par celle des objectifs simples à quatre verres, objectifs qui présentent des qualités bien supérieures à celles des premières.

Fig. 59.

Voici les données relatives à cet ancien système *(fig. 59)* :

Distance focale principale = 100^{mm} ;
Diamètre relatif *f*/14 ;
Angle de champ 68° ;
Rayons de courbure :
$r_1 = 14{,}0$;
$r_2 = 5{,}5$;
$r_3 = 20{,}7$;
$r_4 = 12{,}6$.
Distance au diaphragme :
$b_1 = 1{,}0$.

Epaisseurs :
$d_1 = 1{,}7$;
$d_2 = 0{,}5$;
$d_3 = 1{,}4$.
Nature des verres n_D :
$L_1 = 1{,}52246$;
$L_2 = 1{,}56724$;
$L_3 = 1{,}61120$.

§ 5. — Objectifs de diamètres relatifs compris entre 1/14 et 1/20.

1163. Objectifs de diamètres relatifs compris entre 1/14 et 1/17. — Le rectilinéaire grand angle de Dallmeyer, les panoramiques de Prasmowski (vol. I, p. 85) sont des objectifs d'ouverture voisine de 1/15 et qui ont joui d'une réputation méritée.

M. Furnell [1] vers 1883, a établi une trousse d'objectifs dont les distances

1. *British Journal of Photography*, 1883, p. 238.

focales étaient 38, 51 et 64 centimètres, en combinant une lentille achromatique à paysages avec un ménisque divergent et une lentille plan convexe (*fig. 60*), ces deux dernières étant séparees par une lame d'air. Voici les données relatives à ce système :

Distance focale principale $f = 100$;
Rayons de courbure :
$r_1 = 26{,}0$;
$r_2 = \infty$;
$r_3 = 39{,}2$;
$r_4 = r_5 = 428$;
$r_6 = \infty$;
$r_7 = 111$.

Epaisseurs des verres :
$d_1 = 2{,}5$;
$d_2 = 0{,}7$;
$d_3 = 0{,}8$;
$b_4 = 1{,}7$.
Distance des lentilles au diaphragme :
$b_1 = 12{,}6$;
$b_2 = 5{,}6$.
Distance des deux lentilles postérieures :
$b_3 = 6{,}4$.

L'objectif concentrique de Schrœder (**A**, p. 45) a été construit pour la première fois en 1887 et modifié[1] en 1892. C'est un objectif symétrique par

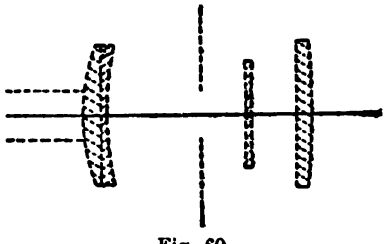


Fig. 60.

rapport au plan du diaphragme et formé de deux combinaisons d'une lentille plan convexe, collée à un ménisque plan concave, la concavité étant tournée vers le diaphragme. Les données de ce système sont les suivantes :

Distance focale $f = 100^{mm}$;
Diamètre relatif 1/15,9;
Angle de champ 62°.
Rayons de courbure :
$r_1 = r_6 = 11{,}1$;
$r_2 = r_5 = \infty$;
$r_3 = r_4 = 10{,}2$.

Epaisseurs des verres :
$d_1 = d_4 = 1{,}4$;
$d_2 = d_3 = 0{,}4$.
Distances au diaphragme :
$b_1 = b_2 = 3{,}84$.
Nature des verres n_D :
$L_1 = L_4 = 1{,}60$;
$L_2 = L_3 = 1{,}53$.

1564. Objectifs de diamètres relatifs compris entre 1/17 et 1/20. — L'objectif de Harisson et Schuitzer, construit saus le nom de *globe-lens* (vol. I, p. 78), est l'un des premiers objectifs à grand angle qui aient été établis; mais les images fournies par cet appareil manquaient de net-

1. *British Journal of Photography*, 1892, n° 1682.

teté sur les bords par suite du défaut de correction de l'astigmatisme. R. Morrisson fit subir à cet instrument plusieurs modifications importantes: il remplaça la combinaison postérieure[1] par un simple ménisque convergent (*fig. 61*). En 1872, il établit un objectif grand angle pour vues, présentant une composition analogue à celle de l'orthoscopique de Petzval, mais embrassant un angle plus grand que celui de ce dernier : c'est probablement cette combinaison qui l'avait amené à la construction de l'objectif pour groupe, d'ouverture 1/7, construit en 1880 et qui comporte, comme l'*unar*, huit surfaces réfléchissantes[2].

L'emploi des lentilles simples séparées l'une de l'autre par des lames d'air est loin d'être nouveau; le périscope de Steinheil était constitué par des verres simples, non achromatiques (vol. I, p. 82). Zentmayer[3] a établi une trousse d'objectifs, formée de six lentilles de foyers respectivement

Fig. 61.

égaux à 133, 203, 305, 458, 687, 1030 millimètres, et qui, combinées deux à deux, donnent des objectifs dont les distances focales sont respectivement 85, 133, 203, 305, 458 millimètres. Cet objectif possède un foyer chimique et une assez forte aberration de sphéricité.

On sait que le périscope de Steinheil a été remplacé par l'aplanat grand angulaire, objectif qui, pour les reproductions, a été avantageusement remplacé par l'anastigmat 1/10. Les grands angulaires modernes admettent un champ plan plus étendu que celui des anciens appareils, et ceci grâce à la suppression de l'astigmatisme.

La réduction de cet astigmatisme au minimum a fait l'objet de nombreuses recherches. Le Dr Rudolph a établi une première série d'objectifs grand angulaires en utilisant les anciens verres. Dans cet objectif (*fig. 62*), comme dans le rectilinéaire grand angle de Dallmeyer, le diaphragme est très près de la lentille postérieure.

Les données de ce système sont les suivantes :

Distance focale principale = 100mm;	Epaisseurs des verres :
Diamètre relatif 1/17,8;	$d_1 = 1{,}2$;
Angle de champ 78°.	$d_2 = 5{,}6$;
Rayons de courbure :	$d_3 = 3{,}4$;
$r_1 = 19{,}3$;	$d_4 = 1{,}0$.

1. J.-T. Taylor, *The optics of Photography and photographic lenses*, p. 67. — 2. *British Journal of Photography*, 1880, n° 1031, et *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1880, p. 564. — 3. *British Journal of Photography*, 1861, n° 328.

$r_2 = 9,4$;
$r_3 = 12,5$;
$r_4 = 31,3$;
$r_5 = 8,3$;
$r_6 = 15,1$;

Distance des lentilles au diaphragme :
$b_1 = 8,4$;
$b_2 = 3,4$.
Nature des verres n_D :
$L_1 = 1,52421$ $L_2 = 1,59357$
$L_3 = 1,52755$ $L_4 = 1,58205$

Par l'emploi des nouveaux verres, la forme de l'objectif est complètement

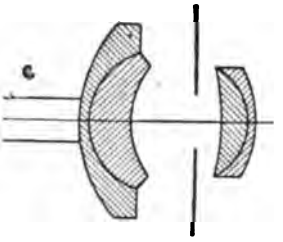


Fig. 62.

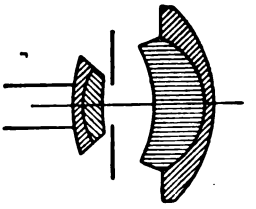


Fig. 63.

changée avec un accroissement considérable de l'angle de champ (*fig. 63*).
Les données de ce nouveau système sont :

Distance focale principale = 100mm;
Diamètre relatif 1/17,8;
Angle de champ 103°;
Rayons de courbure :
$r_1 = 18,8$;
$r_2 = 6,9$;
$r_3 = 27,6$;
$r_4 = 14,2$;
$r_5 = 8,0$;
$r_6 = 15,6$.

Epaisseurs des verres :
$d_1 = 1,0$;
$d_2 = 2,1$;
$d_3 = 5,6$;
$d_4 = 1,0$.
Distance des lentilles au diaphragme :
$b_1 = 0,7$;
$b_2 = 5,9$.
Nature des verres n_D :
$L_1 = 1,55247$ $L_2 = 1,51832$
$L_3 = 1,57360$ $L^4 = 1,53984$

La forme de cet objectif a d'ailleurs été modifiée, et pour un diamètre relatif de 1/18 et une distance focale de 100 millimètres, les

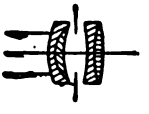


Fig. 64.

anastigmats grand angulaire présentent actuellement la forme représentée par la figure 64; l'angle de champ est voisin de 104° pour les objectifs de faible distance focale et dépasse 80° dans les grands

objectifs. L'astigmatisme est particulièrement bien corrigé dans ces instruments qui constituent la série V des protars de Zeiss, dont la forme générale est celle des doublets d'ouverture 1/7,5, comme l'indique la figure 65.

Le doublet de Ross (vol. I, p. 81) n'est plus construit aujourd'hui. Cet objectif admettait un diamètre relatif de 1/19; il était établi d'après les données[1] suivantes :

Distance focale principale = 100mm;
Diamètre relatif 1/19,4;
Angle de champ 72°.
Rayons de courbure :
$r_1 = 35,8$;
$r_2 = 241,0$;
$r_3 = 62,5$;
$r_4 = 36,9$;
$r_5 = 15,3$;
$r_6 = 25,7$.

Epaisseurs des verres :
$d_1 = 3,6$;
$d_2 = 1,4$;
$d_3 = 4,8$;
$d_4 = 1,6$.
Distance des lentilles au diaphragme :
$b_1 = 5,9$;
$b_2 = 10,1$.
Nature des verres n_D :
$L_1 = L_3 = 1,516$;
$L_2 = L_4 = 1,5738$.

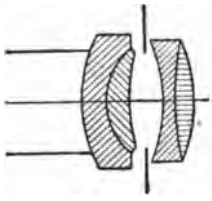


Fig. 65.

Pour un angle de 72° et une distance focale de 100 millimètres, la différence astigmatique est de 10mm,3; le champ considérable de l'objectif ne pouvait donc être utilisé qu'avec de très petits diaphragmes.

§ 6. — Objectifs de diamètres relatifs inférieurs a 1/20.

1565. Objectifs de diamètres relatifs compris entre 1/20 et 1/30. — Parmi les nouveaux objectifs à très grand angle, il convient de citer l'Hypergone de Gœrz. L'angle de champ de cet instrument est voisin de 140°, ce qui donne[2] pour la plus grande dimension de la plaque couverte quatre fois la distance focale, tandis qu'avec les grands angulaires usuels la plus grande dimension de

1. *Die Elemente der photographischen Optik.* Berlin, R. Oppenheim. p. 189. — 2. *Phot. Mittheilungen*, 1er octobre 1900.

plaque couverte n'atteint pas deux fois et demie la distance focale principale; mais ce résultat n'est obtenu qu'à l'aide de certains sacrifices.

L'objectif n'est pas complètement corrigé des aberrations sphériques et chromatiques. L'influence de la première est fortement atténuée par l'emploi du diaphragme; quant à l'aberration chromatique, on la corrige par un léger déplacement en arrière, après que la mise au point a été faite.

Fig. 66.

L'objectif est muni de deux diaphragmes dont l'emploi est bien suffisant dans la pratique; l'ouverture de ces diaphragmes est 1/22 et 1/31. La mise au point la plus rigoureuse doit toujours être faite avec le diaphragme 1 : 22. Si l'on veut opérer avec ce diaphragme, on commence par faire la mise au point, puis on déplace l'objectif dans sa monture jusqu'à l'arrêt postérieur. Quand on veut utiliser le diaphragme 1 : 31, il faut l'introduire après avoir fait la mise au point, et le déplacement de l'objectif dans sa monture n'est alors plus nécessaire, car ce diaphragme corrige complètement les aberrations sphérique et chromatique. Les lentilles sont faites en verre incolore, d'une très grande transparence pour les rayons chimiques. Les panoramas, dans de bonnes conditions de lumière, peuvent être faits instantanément.

Dans tous les objectifs grands angulaires, les bords de la plaque sont moins éclairés que le centre. On régularise l'intensité de l'éclairage par l'emploi du diaphragme étoile (*fig. 66*) que l'on maintient en place pendant la plus grande partie de la durée de la pose (vol. I, p. 149).

On peut, même dans des ménisques simples, réaliser la correction astigmatique d'une manière suffisante en modifiant les épaisseurs des verres; les écarts astigmatiques pour les faisceaux d'obliquité intermédiaire sont en relation avec l'épaisseur du verre des ménisques employés et diminuent en même temps que celle-ci.

Dans l'hypergon, les deux ménisques (*fig. 67*) sont disposés symétriquement par rapport au diaphragme; les courbures des deux surfaces de chaque ménisque ne diffèrent que très peu et les épaisseurs sont extrême-

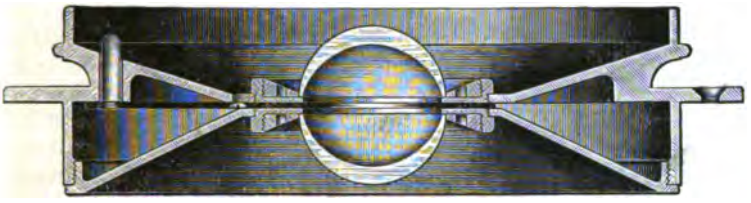


Fig. 67.

ment réduites. Voici les données d'un de ces objectifs construit avec un verre dont l'indice de réfraction pour la raie G est égal à 1,52053 :

Distance focale principale = 100mm;
Rayons de courbure :
$r_1 = r_4 = 8{,}47432$;
$r_2 = r_3 = 8{,}51034$.

Distance de la surface concave au diaphragme :
$d_1 = d_2 = 6{,}7961$.
Epaisseur des lentilles :
$e_1 = e_2 = 2{,}205$.

Pour tous les rayons inclinés de 53° sur l'axe, la correction astigmatique est fort bien réalisée, car le plus grand écart des surfaces focales pour les obliquités comprises entre 0° et 53° est 0mm,153. A 72° de l'axe, cet écart n'est que de 0mm641; aussi peut-on utiliser cet objectif pour un angle de champ de 135°.

La construction de cet objectif est difficile à cause de la faible épaisseur des lentilles sur les bords; le sertissage de ces verres demande beaucoup de soins.

Steinheil a construit, en 1867, un aplanat pour vues dont le diamètre relatif était 1 : 24 et le champ de 80° avec cette ouverture; il atteignait 105° avec le plus petit diaphragme.

Porro[1] a calculé un objectif panoramique composé d'un flint et d'un crown qui permet d'obtenir un champ angulaire de 125°. Dans cet objectif, les flints forment ménisques et sont assez épais. Cet objectif avait été établi

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1858, p. 188.

en vue du lever des plans; il était placé au centre d'une chambre noire munie d'un dispositif semblable à celui qui existe dans les châssis à rouleaux actuels; des cylindres latéraux permettaient de garnir l'appareil d'une longue bande de papier, qu'on pouvait employer tout entière sans avoir jamais à ouvrir l'instrument.

Fig. 68.

Fig. 69.

J.-T. Goddard a établi[1] un objectif pour vues (*fig. 68*) admettant une ouverture relative de 1 : 28. Cet instrument présentait une certaine analogie avec les objectifs pour vues, du système Petzval, existant à cette époque. Plus tard, Goddard plaça une lentille divergente derrière la lentille frontale (*fig. 69*) et établit le système optique qu'il désigna sous le nom de *compound landscape lens II*. Ce dispositif fut établi vers 1859; peu après,

Fig. 70.

Fig. 71.

Goddard imagina l'instrument auquel il donna le nom de *double periscopic landscape lens*, objectif qui présente une très grande analogie de forme (*fig. 70*) avec l'objectif rectilinéaire pour vues de Dallmeyer (vol. I, p. 77), à cette différence près que dans ce dernier objectif la lentille la plus voisine du diaphragme, au lieu d'être composée d'une lentille biconvexe et d'une biconcave, est formée d'un objectif simple ayant une grande analogie avec l'objectif simple de Grubb (*fig. 71*), connu sous le nom d'*aplanatic lens*[2].

1. *British Journal of Photography*, 1855, p. 57. — 2. J.-T. Taylor, *The optics of photography and photographic lenses*, 1892, p. 44.

Le pantoscope de Busch admet une ouverture relative de 1 : 30,9 et un angle de champ de 98° (*fig. 72*). Voici les données relatives à cet objectif :

Distance focale principale = 100mm ;
Rayons de courbure :
$r_1 = r_6 = 7{,}45$;
$r_2 = r_5 = 10{,}39$;
$r_3 = r_4 = 7{,}63$;
Epaisseurs des verres :
$d_1 = d_4 = 1{,}74$;
$d_2 = d_3 = 0{,}19$.

Distance des lentilles au diaphragme :
$b_1 = b_2 = 6{,}2$.
Nature des verres n_D :
$L_1 = L_4 = 1{,}5331$;
$L_2 = L_3 = 1{,}6079$.

L'aberration sphérique de cet objectif est assez considérable; aussi l'emploi de petits diaphragmes s'imposait pour des images nettes. La diminution de la lumière du centre aux bords est d'ailleurs considérable.

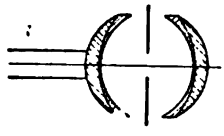


Fig. 72.

Le périscope de Steinheil (vol. I, **53**) a été modifié (**B. 108**) et appliqué aux chambres à main. Le diamètre relatif des premiers périscopes construits en 1865 était de 1 : 40; la correction de mise au point provenant de l'existence du foyer chimique était d'environ 3 % de la longueur focale correspondante au foyer visuel.

§ 7. — Trousses d'objectifs.

1566. Emploi des anastigmats. — Les lentilles simples anastigmatiques, formées de trois, quatre ou cinq verres collés, se vissant dans la même monture, permettent d'obtenir des trousses d'objectifs susceptibles de rendre de nombreux services en voyage.

Parmi les trousses nouvellement construites, il convient de citer celles établies par combinaisons des nouveaux eurygraphes extra-rapides Berthiot-Lacour; les lentilles simples qui les constituent admettent une ouverture maxima de 1 : 10,8, et par leur combinaison fournissent des objectifs rapides d'ouverture variant de 1 : 5 à 1 : 6,8. Il en est de même des trousses établies par Gœrz en utilisant la nouvelle série de ses lentilles simples d'ouverture 1 : 11. Les trousses du premier de ces constructeurs constituent les appareils les plus rapides qui existent, surtout pour les plaques de grandes dimensions.

Dans les trousses d'ouverture 1 : 6,8 à 1 : 7,7, il convient de citer celles d'Hermagis, de Krauss-Zeiss, de Steinheil, de Suter, de Voigtlaender, de Zeiss. Tous ces appareils sont parfaitement construits et d'un usage éminemment pratique pour le photographe touriste.

Pour la reproduction des monuments, alors que l'on est obligé d'opérer à faible distance et que l'emploi d'un objectif grand angulaire est indispensable, la trousse eurygraphe grand-angle de Berthiot-Lacour constitue l'un des instruments les plus utiles et permet d'obtenir, avec un volume et un poids minime, tous les effets fournis par une série d'objectifs grands angulaires de foyers très différents. Le prix de ces trousses est d'ailleurs bien inférieur à celui des objectifs spéciaux destinés aux mêmes usages.

L'emploi des trousses remonte à l'origine de la photographie. L'on a reconnu que la mise en station étant faite, le point de vue étant choisi, il fallait employer un objectif dont la longueur focale permît la meilleure utilisation du format de la plaque sur laquelle on opérait.

Ch. Chevalier avait établi en 1841 un objectif à verres combinés à foyers variables qui paraît avoir été la première trousse employée. Petzval utilisait avec la lentille antérieure de son objectif à portraits une combinaison négative qui constituait l'orthoscopique de longueur focale beaucoup plus grande que la lentille simple et *a fortiori* que la combinaison de cette lentille avec le système convergent.

Derogy, Jamin et plus tard Darlot ont établi des objectifs à foyers multiples. Les premières trousses de Derogy comportaient deux triplets, l'un à lentille négative, l'autre à lentille convergente. Davidson, dès 1855, Archer avaient indiqué les desiderata que l'on devait réaliser dans la construction de ces trousses, et Davidson avait fait construire un objectif combiné dont les lentilles espacées formaient des objectifs à paysages. C'est le même Scott Archer qui avait fait tenter l'essai de lentilles à liquides, essai qui n'avait pas été couronné de succès, mais qui a été repris plus tard par Sutton, puis par William Wray[1], qui employait un mélange fluide ou demi-fluide de baume du Canada et d'essence, et, dans ces derniers temps, par le Dr Grune pour un objectif d'ouverture 1 : 0,8. L'idée de Davidson a d'ailleurs été reprise par Morton qui, d'après les indications de Zentmayer, a construit une trousse établie avec des verres simples, non achromatiques (*fig. 73*). Furnell, en 1883, avait construit une trousse de lentilles plan convexe ayant 38, 51 et 64 centimètres de foyer et modifiant la distance focale de l'objectif qu'il employait (p. 106). M. Ackland adopta le même genre de construction et a simplement changé le nom et les distances focales des trousses de Furnell. Pour la facilité du calcul des temps de pose, il adopta des distances focales[2] variant suivant les nombres 1 : $\sqrt{2}$: 2, et appela cet objectif *compound lens*.

1. Brevet anglais n° 920 du 31 mars 1866. — 2. *British Journal of Photography*, 1884, p. 647; *Photographic Journal*, vol. 19, p. 207.

Ce type de trousse a d'ailleurs été repris récemment, et l'on peut fort bien considérer l'emploi des bonnettes d'approche comme dérivant immédiatement de la trousse Furnell. Le même dispositif a d'ailleurs été adopté dans les trousses obtenues avec les objectifs Cooke[1].

L'application de ces idées, fort anciennes comme on le voit, peut être faite de bien des manières différentes. Dans l'emploi des anastigmats modernes, on réalise une trousse par la combinaison des deux objectifs à paysages qui constitue l'objectif. Chacun de ces objectifs à paysage peut être employé individuellement comme le faisait Davidson avec l'ancienne forme d'objectif simple; la combinaison des deux lentilles fournit un objectif rapide. Il est clair que ces instruments ne sont pas symétriques, et, le plus souvent, le système combiné est exempt de distorsion.

Les trousses aplanétiques ont été tout d'abord construites par C. Berthiot vers 1878. Le simple changement de la lentille frontale et son remplacement

Fig. 73.

par une nouvelle lentille convergente, tout en conservant la même lentillle postérieure, permettait d'obtenir une grande variété de foyers. C'est en 1881 que M. Steinheil établit ses trousses aplanétiques. Actuellement, presque toutes ces trousses sont remplacées par des trousses anastigmatiques de foyers extrêmement variés, parmi lesquelles il convient de citer celles de Berthiot-Lacour, Gœrz, Hermagis, Krauss-Zeiss, Steinheil, Suter, Voigtlaender, Zeiss comme les meilleures que l'on puisse employer.

On n'a pas encore établi de trousses avec lentilles anastigmatiques négatives de façon à obtenir un véritable orthoscope (vol. I, p. 13) exempt d'astigmatisme; les recherches faites dans ce sens ont amené à la construction des téléobjectifs à lentille négative.

§ 8. — TÉLÉOBJECTIFS.

1567. Propriétés des téléobjectifs. — Les téléobjectifs les plus employés sont ceux qui sont formés d'un élément convergent associé à un élément divergent, l'élément convergent constituant la lentille d'incidence.

On sait qu'il y a trois façons principales de combiner les lentilles deux

1. *British Journal of Photography*, t, XLV, 557. — 2. *Phot. Correspond.*, mars 1898

à deux pour produire un objectif photographique. Si l'on combine deux lentilles convergentes on obtient des objectifs à foyers courts; la distance focale varie entre les limites restreintes déterminées par $\frac{\varphi_1 \varphi_2}{\varphi_1 + \varphi_2}$ et φ_1; φ_1 et φ_2 étant les distances focale des deux lentilles.

On peut employer une lentille d'incidence convergente, l'autre lentille étant divergente et de pouvoir plus considérable : c'est le cas des téléobjectifs usuels. On peut, à l'aide de cette combinaison faire varier le foyer entre φ_1 et l'infini. Pour allonger le foyer, il faut rapprocher les lentilles, ce qui est avantageux, car le point nodal étant reporté en avant, la distance entre le foyer principal et l'objectif est moindre que la distance focale, ce qui permet l'emploi de chambres de dimensions restreintes.

Si l'on utilise une lentille d'incidence divergente, la seconde lentille étant convergente et de plus fort pouvoir, on obtient un foyer réel dont la longueur augmente quand les lentilles se rapprochent et varie entre o et $\frac{\varphi_1 \varphi_2}{\varphi_1 - \varphi_2}$; on peut d'ailleurs rendre cette valeur aussi grande qu'on le désire en choisissant φ_1 et φ_2 presque égaux. L'inconvénient de ce système provient de ce que le point nodal étant du côté de la lentille convergente, le plan focal est toujours à une distance de la lentille d'émergence plus grande que la distance focale, ce qui allonge le tirage et la longueur de la chambre noire; enfin, la lentille d'incidence étant divergente, le champ est diminué.

1568. Luminosité et champ du téléobjectif. — Les téléobjectifs les plus employés sont formés d'une lentille positive (simple ou combinée) et d'une

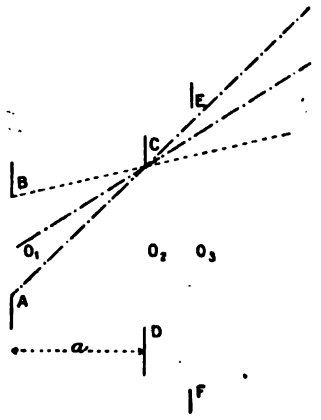


Fig 75.

lentille négative (simple ou combinée). Soient φ_1 et φ_2 les distances focales de ces lentilles, δ_1 et δ_2 leurs diamètres, Δ la distance du deuxième foyer de l'élément positif au premier foyer de l'élément négatif, l la distance de deux éléments. On peut déterminer les champs et ouvertures réels et les

champs et ouvertures apparents en projetant dans l'espace correspondant les images de tous les diaphragmes qui peuvent limiter soit le champ, soit l'ouverture des faisceaux[1]. Soient trois diaphragmes, AB, CD, EF (*fig. 74*); les deux derniers n'ont aucune influence sur l'ouverture du faisceau incident; mais CD vu de O, sous un angle plus petit que EF, limite le champ. Si le diaphragme CD ne se trouve pas dans le plan d'où émanent les rayons, le champ présente un éclairement inégal; on y voit trois zones. Dans la première, l'éclairement est maximum, car les faisceaux y ont une ouverture égale à AB; dans la deuxième, l'ouverture décroît jusqu'à la moitié de sa valeur primitive; dans la troisième, cette décroissance se continue jusqu'à zéro. En désignant par $2b$, $2c$ les diamètres de AB et de CD, par $a = O_1 O_2$ par 2α, 2β, 2γ les angles du champ correspondant sur trois zones, on a :

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{c-b}{a};$$

$$\operatorname{tang}\beta = \frac{c}{a};$$

$$\operatorname{tang}\gamma = \frac{c+b}{a}.$$

Construisons l'image C'O' de l'ouverture de la lentille négative par rapport à la lentille positive, on a (*fig. 75*) :

$$O'O'_2 = \frac{l\varphi_1}{\varphi_1 - l},$$

$$D'O'_2 = \frac{\delta_2\varphi_1}{\varphi_1 - l}.$$

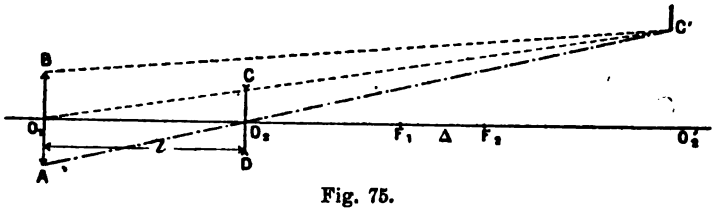


Fig. 75.

Dans l'espace réel, il y a deux diaphragmes optiques $AB = 2\delta_1$ et $C'O' = 2\delta_2$. Si $\delta_1 < \delta_2$ la lentille positive limite l'ouverture de l'instrument et la lentille négative son champ; dans l'hypothèse contraire, le rôle de ces deux éléments est interverti. Les trois zones du champ réel seront :

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{\delta_1}{\varphi_1} - \frac{\delta_1 - \delta_2}{l};$$

$$\operatorname{tang}\beta = \frac{\delta_2}{l};$$

$$\operatorname{tang}\gamma = \frac{\delta_1 + \delta_2}{l} - \frac{\delta_1}{\varphi_1}.$$

1. A. Ginsberg, *Bulletin de la Société française de photographie*, 1er mai 1898.

Par conséquent, quand l, distance entre les deux éléments diminue, le champ des zones β et γ augmente, celui de α diminue. Plus le foyer résultant du système est long et plus la zone α est petite, plus les zones β et γ sont grandes. Quand le diamètre de la lentille positive augmente, α diminue, β ne varie pas, γ augmente. Quand le diamètre de la lentille négative augmente, le champ total et les champ partiels augmentent eux aussi.

L'ouverture relative du téléobjectif n'est pas constante; elle est donnée par le rapport du diamètre D du faisceau incident à la distance focale qui est

$$f = \frac{\varphi_1 \varphi_2}{\Delta},$$

$$\frac{D}{f} = \frac{D}{\varphi_1}\frac{\Delta}{\varphi_2},$$

formule dans laquelle Δ est variable. On peut donc augmenter la luminosité soit en prenant comme élément positif un objectif très lumineux, soit en choisissant parmi les objectifs de même luminosité celui qui a une distance focale aussi petite que possible.

On détermine le champ apparent en cherchant l'image de l'ouverture de la lentille positive par rapport à la lentille négative. On a dans l'espace apparent deux diaphragmes A'B' et CD qui déterminent le champ et l'ouverture. Les trois zones $2\alpha'$, $2\beta'$, $2\gamma'$ du champ seront donnés par :

$$\text{tang } \alpha' = \frac{d_2}{f_2} - \frac{\delta_1 - \delta_2}{l};$$

$$\text{tang } \beta' = \frac{\delta_2 \varphi_2 + l}{\varphi_2};$$

$$\text{tang } \gamma' = \frac{\delta_1 + \delta_2}{l} - \frac{\delta}{\varphi_2}.$$

Les angles α', β', γ' sont plus grands que leurs correspondants dans le champ réel. Ces formules permettent de déterminer les diamètres $2r_1$, $2r_2$, $2r_3$ correspondant à chaque zone du champ; posons

$$G = \frac{\varphi_1}{\varphi_2}.$$

$$O_2F = \frac{f}{G} - \varphi_2,$$

$$RO_2 = \frac{\delta_2}{\text{tang } \alpha'},$$

$$O'_1O_2 = \frac{\delta_2}{\text{tang } \beta'},$$

$$SO_2 = \frac{\delta_2}{\text{tang } \gamma}$$

D'où

$$r_1 = \delta_2 + \left(\frac{f}{G} - \varphi_2\right) \operatorname{tang} \alpha' ,$$

$$r_2 = \delta_2 + \left(\frac{f}{G} - \varphi_2\right) \operatorname{tang} \beta' ,$$

$$r_3 = \delta_2 + \left(\frac{f}{G} - \varphi_2\right) \operatorname{tang} \gamma' .$$

On peut ainsi déterminer à quelle plaque correspond le champ dans chaque cas particulier.

La profondeur de foyer ne dépend que de l'angle que font les rayons marginaux avec l'axe principal. En désignant par μ l'angle B'FO', on a (*fig. 76*) :

$$\operatorname{tang} \mu = \frac{B'O'_1}{O'_1F} = \frac{G\delta_1\varphi_2}{\varphi_1 f} = \frac{\delta_1}{f} .$$

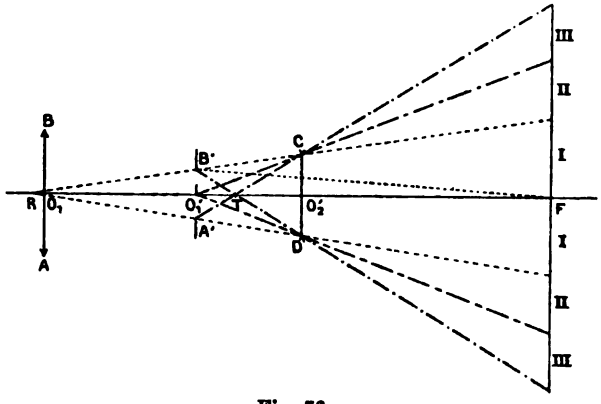


Fig. 76.

Pour les rayons parallèles à l'axe principal, la profondeur du foyer est celle que donnerait une lentille simple de diamètre δ_1 et de foyer f.

Le téléobjectif à lentille divergente présente la même disposition que la lunette de Galilée. Ces deux instruments ne sont pas identiques au point de vue optique; dans la lunette de Galilée l'œil intervient, et cet élément change complètement les formules qui expriment la valeur du champ.

1569. Détermination des mesures du téléobjectif. — M. Max Lœher a indiqué un moyen pratique de déterminer la longueur du téléobjectif et la situation de l'image agrandie, variant avec le grossissement, autrement dit les variations de tirage du téléobjectif et de la chambre noire qui le porte. Soit f, la distance focale de l'objectif, f_2 la distance focale de la lentille négative, f la distance focale équivalente du téléobjectif, a la distance d'objet pour la lentille négative ou mesure de la pénétration du cône lumineux parallèle à l'axe optique dans la lentille négative, α la distance

d'image pour la lentille négative, v le grossissement, e l'écartement entre les plans nodaux de l'objectif et de la lentille négative, Δ l'intervalle optique ou écartement entre les points focaux de l'objectif et de la lentille négative, on a (*fig. 77*) :

$$\frac{\alpha}{a} = v, \qquad \frac{f}{f_1} = v, \qquad \frac{1}{a} - \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{f^2}.$$

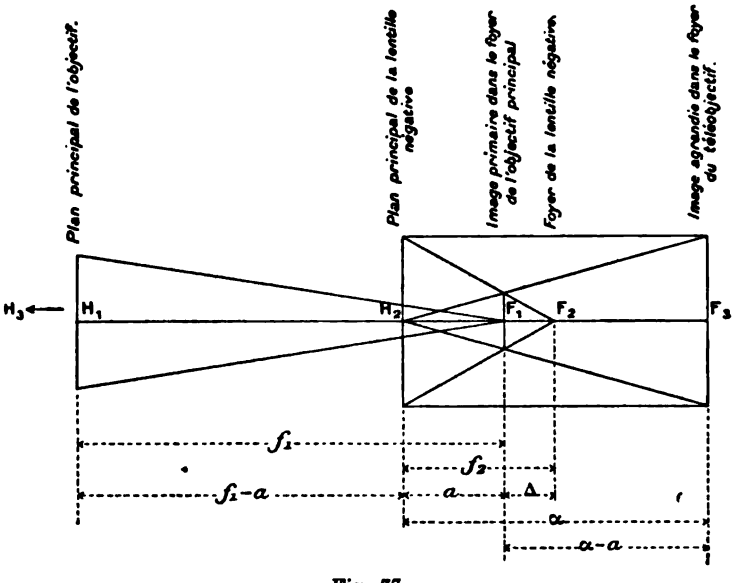


Fig. 77.

On en déduit :

$$\text{(I)} \quad a = \left(\frac{v-1}{v}\right) f_2 ; \qquad \text{(II)} \quad \alpha = (v-1) f_2 ;$$

$$\text{(III)} \quad \alpha - a = \frac{(v-1)^2}{v} f_2 ; \qquad \text{(IV)} \quad \Delta = f_2 - a = \frac{f_2}{v} ;$$

et remplaçant v par sa valeur $\frac{f}{f_1}$,

$$\Delta = \frac{f_1 f_2}{f},$$

ou bien en introduisant l'intervalle optique Δ

$$\text{(I)} \quad a = (v-1)\Delta \qquad \text{(II)} \quad \alpha = v(v-1)\Delta \qquad \text{(III)} \quad \alpha - a = (v-1)^2\Delta$$

Par exemple, si l'on pose $f_1 = 126^{mm}$, $f_2 = 45^{mm}$, $v = 3$ fois, $\Delta = 15^{mm}$, $a = 30^{mm}$, $\alpha = 90^{mm}$, $\alpha - a = 60^{mm}$.

On obtient une plus grande valeur de v, c'est-à-dire un grossissement plus fort, en rapprochant les lentilles de foyers f_1 et f_2; leurs foyers F_1 et F_2

se rapprochent autant et leur intervalle Δ se réduit. Si dans l'exemple précédent on veut $v = 10$, on a

$$\Delta = \frac{f_2}{10} = 4^{mm},5 .$$

La mesure du rapprochement des deux éléments en passant du grossissement de trois fois à celui de dix fois est donc

$$\frac{1}{3}f_2 - \frac{1}{10}f_2 = 10^{mm},5 ,$$

pour $f_2 = 45^{mm}$. On peut donc, pour une lentille négative donnée, établir une graduation des grossissements, quelle que soit la distance focale de l'objectif positif avec laquelle elle est combinée. Dans l'hypothèse actuelle on aura :

Grossissement 3 fois	$\Delta_3 = 15^{mm},00$	Point d'origine.....		0
» 4 »	$\Delta_4 = 11,25$	Raccourcissement du téléobjectif		3,75
» 5 »	$\Delta_5 = 9,0$	»	»	6,0
» 6 »	$\Delta_6 = 7,5$	»	»	7,5
» 7 »	$\Delta_7 = 6,4$	»	»	8,6
» 8 »	$\Delta_8 = 5,6$	»	»	9,4
» 10 »	$\Delta_{10} = 4,5$	»	»	10,5

La position de l'élément négatif étant ainsi fixée, il y a lieu de déterminer le déplacement de F_3 variant avec le grossissement v; F_3 est le centre de l'image agrandie. Les déplacements de F_3, extrémité de la longueur α dont l'autre extrémité H_2 est variable, peuvent se rapporter au foyer fixe F_1 de l'élément positif. On déterminera donc les valeur $\alpha - a$ pour les divers grossissements.

Dans le cas précédent, en prenant F comme origine, on a :

Grossissement $v = 3$ fois	$(\alpha - a)_3 = (v-1)^2\Delta =$		$60^{mm},00$
» 4 »	$(\alpha - a)_4 =$	»	$= 101,25$
» 5 »	$(\alpha - a)_5 =$	»	$= 144,0$
» 6 »	$(\alpha - a)_6 =$	»	$= 187,5$
» 7 »	$(\alpha - a)_7 =$	»	$= 231,0$
» 8 »	$(\alpha - a)_8 =$	»	$= 275,6$
» 10 »	$(\alpha - a)_9 =$	»	$= 364,5$

Ces résultats sont calculés en supposant la lentille négative $f_2 = -45$.

L'écartement des deux lentilles composantes est en quelque sorte la longueur idéale H_1H_2 du tube qui les réunit. Pour la détermination du grossissement et du tirage, il faut connaître l'écartement de leurs foyers. La longueur du tube s'en déduit, et elle dépend de la distance focale de l'objectif principal. On peut donc calculer les distances entre l'image primaire et l'image agrandie. Le tirage total de la chambre noire s'obtient en ajoutant au nombre trouvé la longueur en millimètres comprise entre l'image primaire et l'avant de la chambre noire[1].

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 91.

1570. Téléobjectif Dallmeyer. — M. T. R. Dallmeyer dispose le système amplificateur à l'avant d'un objectif ordinaire et calcule les éléments de ce système de telle sorte que le faisceau transmis à l'objectif utilise la surface entière de la première lentille de cet objectif. Par ce moyen, on peut maintenir l'éclairement à peu près constant quand augmente l'amplification. On peut ainsi obtenir des vues téléphotographiques instantanées dans tous les cas où l'obtention d'une vue instantanée non agrandie est possible. Les vues téléphotographiques peuvent s'obtenir sans modification du tirage de la chambre, ce qui est un avantage précieux pour celui qui ne possède qu'une chambre à foyer fixe.

Le système consiste en un objectif ordinaire en avant duquel est disposé un jeu de tubes coulissants, dont l'un porte une lentille convergente et l'autre une lentille divergente, cette dernière étant la plus rapprochée de l'objectif monté sur la chambre noire. Chacune de ces lentilles est corrigée des diverses aberrations; toutes deux sont très lumineuses. La lentille divergente est de distance focale plus courte que l'objectif photographique. Le rapport des distances focales de la lentille convergente et de la lentille divergente est déterminé par l'amplification moyenne que l'on veut introduire par l'usage du système téléphotographique. Si l'on rapproche l'un de l'autre les deux éléments du système amplificateur, cet ensemble devient un système divergent de longueur focale variable; si la chambre utilisée est à tirage variable, on peut ainsi augmenter l'amplification, mais en diminuant un peu l'éclairement de l'image.

Ce dispositif permet donc d'obtenir, avec les chambres à foyer fixe, des images de grandeur variée. On visse sur le parasoleil de l'objectif ordinaire un système de lentilles aplanétiques, montées sur deux tubes glissant l'un dans l'autre. L'objectif conserve sa longueur de tirage et sa large ouverture primitive. L'image obtenue est donc identique à celle que l'on aurait avec un téléobjectif, mais sans l'inconvénient d'un long tirage et d'une diminution de l'ouverture utile[1].

1571. Téléobjectif pour chambres à main. — M. Belliéni a fait établir un téléobjectif pouvant se fixer sur les appareils à main de sa construction. Ces appareils sont munis d'objectifs ayant

1. *British Journal of photography*, n° 2080.

en général des distances focales de 110 à 136 mètres. Grâce à l'emploi d'un tube très léger en aluminium à l'une des extrémités duquel on visse l'objectif de la jumelle, tandis que l'autre reçoit une lentille négative spécialement construite pour cet appareil, on obtient un téléobjectif. La distance focale obtenue est de 0^m58 quand on visse du côté de l'incidence un objectif de 0^m110, ce qui donne un grossissement très suffisant. L'opérateur peut faire une mise au point exacte, et l'appareil est gradué de telle sorte que cette mise au point puisse se faire très facilement. L'image obtenue est ronde et a 0^m087 de diamètre : c'est le cercle de lumière donné par la combinaison. L'emploi d'un trop petit diaphragme fait diminuer le cercle de lumière et, en pratique[1], il convient de ne pas employer de diaphragme dont le diamètre relatif serait inférieur à 1 : 12,5.

§ 8. — Divers.

1572. Objectif par diffraction. — M. Soret a montré que, d'après la théorie des ondulations, une glace sur laquelle ont été tracés des cercles concentriques suivant une certaine loi a la propriété de concentrer les rayons lumineux sur un plan focal exactement comme une lentille convergente. Les cercles doivent être tracés avec des rayons proportionnels aux racines carrées des nombres 1, 2, 3, 4... n. Les bagues ou espaces alternant entre les centres doivent être noircis ou rendus opaques à la lumière; après quoi, les espaces demeurés transparents agissent en quelque sorte comme une lentille convergente ordinaire.

Pour arriver à l'obtention de lignes circulaires très minces et très serrées, M. Soret a exécuté un tracé à grande échelle, puis l'a réduit par la photographie. Il a produit de cette façon une photographie dont le diamètre ne dépasse pas 0^m025; elle contient trente cercles noirs concentriques.

M. Wood établit les cercles concentriques sans l'existence de lignes noires, la plaque restant parfaitement translucide sur toute son étendue. Le système est le même, avec cette différence que les espaces alternant entre les lignes sont les uns creux, les autres en relief. On a donc une sorte de réseau de diffraction circulaire, mais dont les distances d'un cercle à l'autre correspondent à la loi mise en évidence par M. Soret.

1573. Modifications du sténopé. — M. E.-C. Lambert a montré que d'un même point de vue on pourrait obtenir différentes grandeurs d'images avec un seul objectif en se contentant d'une netteté analogue à celle qui est fournie par les objectifs par diffraction (sténopé). Il convient de ne pas employer un diaphragme d'ouverture supérieure à 1/160 ou 1/170. Dans ces

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 298.

conditions, on peut mouvoir d'une assez grande longueur le verre dépoli sans que l'image perde beaucoup de sa netteté. On peut obtenir une variété très grande de formats d'images sans avoir pour cela la diffusion caractéristique du sténopé employé seul. En utilisant un diaphragme d'environ 0m001 à une distance de 0m150 de la plaque, la netteté est meilleure que celle obtenue en se servant d'un sténopé de 0m005, ce qui procure un gain considérable dans la durée du temps de pose; de plus, le sténopé donne sur toute l'étendue de la plaque le même degré de netteté. En employant, au contraire, l'objectif à très petit diaphragme, si l'objectif travaille à une distance de la plaque plus courte que la longueur focale principale, la netteté sera plus grande pour les objets éloignés; dans le cas contraire, ce sera l'avant-plan qui l'emportera en netteté.

1574. Mode d'emploi d'un objectif. — Les essais de l'objectif indiquent la forme de la surface focale principale : si cette surface est sensiblement plane, il y a lieu, lors de la pose, de se mettre à distance à peu près égale de tous les détails sur lesquels on veut attirer l'attention dans l'épreuve. Si la surface focale est concave par rapport à l'objectif, on dispose l'appareil de telle sorte que les points remarquables situés sur des axes obliques soient plus près de l'opérateur que le détail mis au point au centre. On peut, d'après la forme de la courbe, calculer exactement l'éloignement correspondant à une obliquité donnée qui amènera le foyer sur la plaque sensible. Si la surface est convexe par rapport à l'objectif c'est l'inverse, et les points remarquables des ailes devront être plus loin que ceux du centre.

La forme des volumes focaux indique comment il faut faire la mise au point pour avoir une netteté maxima à peu près constante sur toute la plaque. L'examen de la feuille signalétique permet de trouver sans tâtonnements la position de la glace dépolie donnant un foisonnement à peu près constant $\frac{1}{n}$.

La connaissance de la profondeur de champ et de la distance hyperfocale qui correspondent à une netteté déterminée sert de guide pour l'étendue à donner au sujet en profondeur, d'après l'éloignement des premiers plans. Si l'objectif a de la distorsion, il faut en diminuer les effets : il suffit pour cela de mettre dans la zone centrale de la plaque où la distorsion est insensible les parties du sujet comprenant des lignes droites un peu longues qu'on craindrait de voir traduites par des courbes sur l'épreuve.

La clarté de l'image diminuant beaucoup du centre aux bords, il faut disposer le sujet de telle sorte que les détails les moins éclairés

soient au centre et que l'éclat aille en augmentant à mesure qu'on s'écarte de ce centre.

Quand un objectif est rigoureusement aplanétique, qu'il est bien corrigé de l'astigmatisme et que sa surface focale principale est sensiblement plane, on peut poser en principe qu'il faut toujours employer le plus grand diaphragme possible : l'image s'obtient rapidement et la gamme des teintes fournies par un diaphragme est d'autant plus étendue que l'ouverture est plus large, car des deux tons extrêmes qui limitent cette gamme, l'un, le noir profond, est indépendant de la quantité de rayons admis, l'autre, le blanc pur, est proportionnel à cette quantité; donc, plus le diaphragme sera grand, et plus l'image sera brillante et graduée; enfin, l'emploi de grands diaphragmes permet de rejeter dans le vague les accessoires qui servent de fond au tableau.

Si l'objectif n'est pas aplanétique, on ne doit l'utiliser qu'avec de petits diaphragmes; s'il est mal corrigé de l'astigmatisme, la limite d'ouverture du diaphragme dépend de la grandeur de la partie réellement intéressante du sujet.

Il n'y a réel avantage à employer un objectif excellent qu'à la condition d'ouvrir en grand le diaphragme. Avec un petit diaphragme on peut tirer parti du plus médiocre instrument et obtenir de bonnes images en prolongeant la durée du temps de pose. Toutes les fois qu'on peut faire varier la pose à sa guise, le choix du diaphragme dépend absolument du degré de netteté que l'on veut atteindre, des dimensions de la plaque à couvrir et de la profondeur de champ dont on a besoin. Dans ce but, à l'aide de la feuille signalétique, on trace les deux volumes focaux correspondant, pour un certain diaphragme, aux deux longueurs focales conjuguées des limites du champ en profondeur et on cherche à inscrire la plaque à employer dans la partie commune.

La mise au point sera exécutée avec le plus grand diaphragme si l'objectif est aplanétique et si la surface focale est absolument plane; mais si l'objectif n'est pas aplanétique, la position du maximum de netteté et par conséquent la mise au point varient avec le diaphragme : on ne peut trouver la meilleure position de la glace dépolie qu'en mettant au point avec le diaphragme d'exécution.

La plaque sensible doit toujours être verticale, perpendiculaire à l'axe de l'objectif, ceci à cause de la convention admise qui consiste à toujours supposer le tableau vertical.

1575. Entretien des objectifs. — Il faut éviter de toucher avec les doigts les surfaces des verres et les nettoyer fréquemment. Il est très important d'enlever avec le plus grand soin les poussières et les traces grasses qui peuvent se déposer à la surface libre des lentilles et qui ont pour effet de détruire en partie les qualités de l'instrument, de provoquer une sorte de halo sur l'image, etc. Il convient d'essuyer souvent les lentilles à l'aide d'une fine batiste : il se dépose, en effet, à la surface des verres une légère buée presque imperceptible ; elle se forme presque toujours quand on passe d'un endroit froid à un endroit chaud; il faut toujours l'éliminer. La moelle de sureau remplace avantageusement les étoffes et la peau de chamois que l'on employait au nettoyage des objectifs. Pour le nettoyage d'une lentille de grande dimension, une rondelle de moelle fraîchement coupée est collée au bout d'un bouchon de liège, et cette sorte de pinceau est passée doucement, sans appuyer, sur toute la surface de la lentille. Pour des objectifs de moindre dimension, on prendra un morceau de jonc que l'on dégarnira de son écorce sur une longueur d'environ $0^{m}01$ et que l'on épointera, même s'il sagit de très petites lentilles.

Ce nettoyage à sec n'est pas toujours suffisant pour débarrasser complètement le verre des dépôts superficiels : on nettoiera à l'aide de produits chimiques n'ayant aucune action sur le verre. Il faut éviter absolument l'emploi d'une poudre quelconque telle que le blanc d'Espagne, rouge d'Angleterre, etc., de même que celle de la potasse, soude, ammoniaque, carbonates alcalins, etc. On humecte la lentille sur toute sa surface avec de l'essence de térébenthine, on frotte à sec avec un chiffon doux, puis on polit avec un peu d'éther. Si certaines taches résistent à ce traitement, il faut renvoyer l'objectif à son fabricant pour qu'il en polisse de nouveau les surfaces.

Lorsque les lentilles sont nettoyées, on revisse les barillets en commençant par les faire tourner à l'envers jusqu'à ce qu'on sente les deux extrémités des vis tomber l'une sur l'autre ; on change alors le sens du mouvement et on revisse à fond, sans trop serrer. On se guide, à cet effet, sur les deux index qu'il est prudent de marquer sur la pièce mobile et sur les pièces fixes en contact pour indiquer la limite du serrage normal. Si les filetages sont trop secs, on peut les enduire d'un peu de vaseline ou mieux d'un mélange par parties égales de vaseline et de cire vierge.

L'on aperçoit quelquefois à l'intérieur des lentilles doubles des iri-

sations ou des stries affectant vaguement la forme de feuilles de fougère : c'est l'indice d'un décollement des surfaces jumelles en contact. L'objectif doit être rendu au constructeur pour qu'il procède à nouveau au cimentage des lentilles.

Il convient de conserver les objectifs à l'abri des poussières en les plaçant soit dans des écrins spéciaux, soit dans de petites pochettes en cuir ou en peau souple. On peut d'ailleurs établir des pochettes qui sont d'un usage plus commode que celles que l'on trouve dans le commerce. On coupe deux disques de carton résistant et de dimensions un peu plus grandes que la monture des lentilles, on les recouvre de peau de chamois. Si l'on suppose que la circonférence des disques mesure 0^m15, on coupera une bande de peau large de 0^m18 et assez longue pour dépasser légèrement la longueur de l'objectif. Par les extrémités on coud cette bande aux bords de la peau qui recouvre chacun des disques de carton, mais on ne coud que la moitié de la circonférence : on obtient de cette façon une petite boîte ou poche dans laquelle on peut enfermer l'objectif. Le surplus de l'enveloppe le dépassera et formera en quelque sorte le couvercle de la boîte, couvercle qui pourra être retenu par une simple attache en cordonnet.

Les objectifs conservés dans les ateliers de photographie doivent, autant que possible, être à l'abri des brusques variations de température.

CHAPITRE V

OBTURATEURS.

§ 1. — Obturateur de plaque.

1576. Fonctionnement de l'obturateur de plaque. - L'obturateur de plaque fonctionne à l'intérieur de la chambre noire à courte distance de la couche sensible; il présente, comme tous les obturateurs montés en dehors du diaphragme, les avantages de n'apporter dans la construction de l'objectif aucune de ces modifications qui ont d'ordinaire pour résultat de nuire aux qualités optiques de l'appareil; de plus, il peut servir avec n'importe quel objectif et avec n'importe quel diaphragme.

Il présente cependant l'inconvénient, plus théorique que pratique, de fournir une obturation successive, et il n'est pas impossible de régler la marche d'un obturateur de plaque fonctionnant horizontalement, de façon à faire voir trottant l'amble un cheval qui a un trot régulier ou inversement[1]. Si la nature du sujet ne réclame pas une obturation plus rapide que ce que peut donner, dans de bonnes conditions de fonctionnement, un obturateur central, il n'y a aucune raison de recourir à l'obturation successive; l'image est faussée dans la proportion dans laquelle la mobilité du sujet rend nécessaire ce mode d'obturation.

L'obturateur de plaque se compose essentiellement d'un volet opaque très léger et percé, en son milieu, d'une fenêtre rectangulaire; les dimensions, la forme de ce volet sont telles que ses deux moitiés identiques puissent, avant et après la pose, soustraire complètement à l'action des rayons lumineux la plaque sensible placée derrière. Le fonctionnement est simple. Pendant la pose, le volet passe de la première position à la seconde position; les rayons refractés admis par la fenêtre rectiligne impressionnent au passage les diverses régions de la couche sensible. Cette impression est d'autant plus rapide que la

1. Commandant Legros, *Congrès international de photographie*, 1901.

fenêtre est plus étroite, la vitesse du mouvement plus grande et la distance du volet à la plaque plus courte. Le plus ou moins rapprochement de la plaque et du volet exerce aussi une grande influence sur le rendement.

Au point de vue pratique, il est difficile de faire mouvoir contre la plaque la fente qui constitue la fenêtre; l'obturateur idéal serait celui dont la fente serait au contact même de la plaque sensible. Ce dispositif n'a pas été réalisé; il semble cependant que l'on puisse y parvenir en établissant les deux joues de la fente en étoffe de velours qui produirait sur la plaque l'effet d'une balayette; mais dans ces conditions le frottement du velours contre la plaque retarderait le mouvement de l'obturateur. En pratique, on est parvenu à placer la fente à 0^{mm} 1 de la plaque dans l'appareil Sigriste. Cette distance est la plus courte que l'on puisse utiliser si l'on emploie les plaques du commerce qui sont toujours plus ou moins courbes; c'est seulement pour les petites dimensions d'appareil qu'il est possible d'utiliser une fente aussi voisine de la surface sensible.

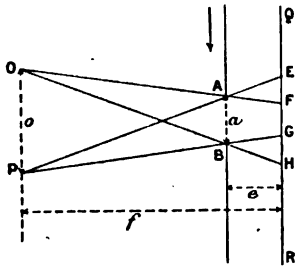


Fig. 78.

Une autre condition difficile à réaliser en pratique, surtout s'il s'agit de plaques de dimensions un peu grandes (18 × 24 et au-dessus), provient de la vitesse, relativement considérable, que doit posséder le volet, qui, dans ce cas, est constitué par une bande d'étoffe imperméable à la lumière. Cette étoffe, qui s'enroule et se déroule à la façon des stores de voiture, fait que l'image manque souvent de netteté à cause des mouvements communiqués à l'appareil par le ressort de l'obturateur.

1577. Etude de l'obturateur de plaque — Soit OP l'ouverture de l'objectif prise dans le plan principal d'émergence, soit QR le plan de la plaque et AB la fenêtre de l'obturateur (*fig.* 78). L'action de la lumière s'exerce de H à E. Cette action n'est pas constante; elle est complète entre F et G, car elle comprend tous les rayons utiles; elle est incomplète de H

à G pendant la période d'ouverture, de F à E pendant la période de fermeture [1].

Soit f la distance focale de l'objectif, o le diamètre OP à la hauteur de la fenêtre et e la distance du volet à la plaque, on a :

$$GH = EF = \frac{oe}{f - e} \qquad FH = EG = \frac{af}{f - e}.$$

Donc la bande d'action complète $FG = \frac{af - oe}{f - e}$

et la bande totale

$$EH = \frac{af + oe}{fe}.$$

La vitesse dont est animée cette bande lumineuse EH influe manifestement sur la durée d'action de ces diverses périodes. Soit v la vitesse du volet au moment considéré, et V celle de la bande : v est donc la vitesse du point A et V celle de E :

$$\frac{v}{V} = \frac{f - e}{f}.$$

Si nous supposons cette vitesse constante pendant le parcours toujours petit EH, la durée t du *temps de pose local* sera :

$$t = \frac{EH}{V} = \frac{af + oe}{vf}.$$

Dans cette formule, a, f et o sont constants, de même que e si le mouvement du volet est parallèle à la plaque; v n'est constant que si le mouvement du volet est uniforme.

Le temps de pose local est constant pour une même bande horizontale de la plaque, mais il varie d'une bande à l'autre. De ce temps de pose local dépend la finesse de détail des objets en mouvement qui figurent sur l'épreuve, tandis que les déformations de l'aspect d'ensemble des objets en mouvement sont modifiées par la durée du *temps de pose total :* c'est celui qui sépare le moment où l'action commence de celui où elle finit. Supposons la marche du volet uniforme, soit L la dimension QR de la plaque dans le sens de la marche; on aura pour ce temps de pose T :

$$T = \frac{L + HE}{V} = \frac{1}{v}\left[L + a - \frac{e}{f}(L - o)\right].$$

L'utilisation de la lumière est d'autant meilleure que les deux périodes HG et FE sont plus courtes par rapport à la bande totale EH. On peut concevoir le *rendement* comme figuré par une fraction dont le numérateur représentera la période complète augmentée d'une période incomplète, et le dénominateur le total des trois périodes :

$$R = \frac{FG + FE}{FG + FE + GH} = \frac{EG}{EH} = \frac{af}{af + oe}.$$

1. Colonel Moessard, *idem.*, p. 92.

Cette expression est toujours moindre que l'unité; on peut l'interpréter facilement; ainsi un rendement de 3/4 signifie que l'obturateur idéal parfait produirait le même effet lumineux avec une pose égale aux 3/4 de la pose donnée par l'appareil en étude. Le rendement croît dans le même sens que a et f et en sens inverse de o et de e. Dans la construction de l'appareil, c'est la distance e qu'il faudra rendre la moindre possible, afin d'améliorer le rendement. C'est quand e sera nul qu'on réalisera l'obturateur idéal de rendement égal à 1.

Si l'on fait intervenir le temps de pose local t et la vitesse v du volet, on peut simplifier la forme de l'expression du rendement, car

$$t = \frac{af + oe}{vf} \qquad R = \frac{af}{af + oe};$$

donc

$$R = \frac{a}{vt}.$$

On voit donc que le rendement est le rapport entre la largeur a de la fente et la longueur vt dont elle se déplace, ou bien (*fig. 79*)

$$R = \frac{AB}{AA}.$$

Si l'on veut définir les propriétés de l'obturateur, indépendamment des objectifs avec lesquels il pourra être employé et de toutes les autres circons-

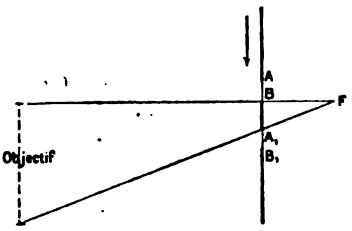


Fig. 79.

tances éventuelles, on se trouve en présence de trois caractéristiques seulement, qui sont :

1° La *largeur a de la fenêtre* qui livre passage à la lumière;

2° La *vitesse v* de marche du volet;

3° La *distance e* des bords de la fenêtre à la couche sensible.

Une mesure directe donne a; un diapason traçant sur le volet en marche ou sur un dispositif lié à ce volet une ligne tremblée à période connue donne v; e se mesure directement. Pour plus de précision, il convient de déterminer expérimentalement les caractéristiques de ces obturateurs.

1578. Détermination expérimentale des caractéristiques. — On peut, par l'enregistreur photographique, déterminer les constantes d'un obturateur. Un voyant vertical ABCD en tole (*fig. 81*) tombe, par son propre poids, d'une hauteur de 3 mètres; il est guidé dans sa chute, le long de tringles verticales, par quatre bracelets rigides E; des vis de pression V

permettent de l'arrêter à une hauteur quelconque. Ce voyant porte en blanc, sur fond noir, des droites horizontales équidistantes faites l'une d'un trait continu, l'autre de points ronds, la troisième de points carrés ou de traits interrompus, etc., pour les faire mieux distinguer sur l'épreuve; une

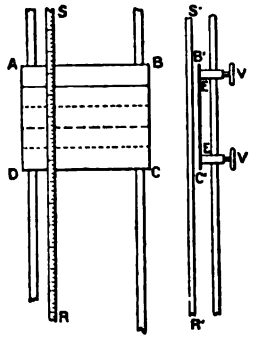


Fig. 80.

règle RS, verticale, de 3 mètres également, graduée en centimètres de haut en bas, est placée un peu en avant du voyant. Un coussin matelassé sert, au bas de sa course, à amortir le choc du voyant sur le sol; un curseur que l'on fixe à l'aide d'une vis de pression à un point convenable de la règle RS porte un déclenchement qu'accroche le voyant dans sa chute et qui fait partir l'obturateur en étude.

L'obturateur est disposé de façon à agir dans le sens horizontal. On met au point sur le voyant arrêté à cet effet vers la division 2m50. Supposons

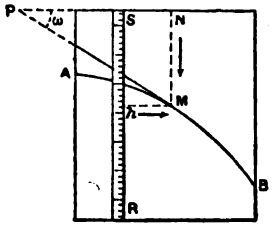


Fig. 81.

que l'image du voyant soit formée en vraie grandeur sur la glace dépolie. On remonte le voyant au 0, on garnit le châssis de sa plaque sensible et l'obturateur étant armé, on remonte le voyant qui par sa chute fait fonctionner l'obturateur au moment même de son passage dans le champ. Au développement, l'image des droites du voyant se présente sous forme de courbes inclinées, équidistantes verticalement, dont l'étude peut faire connaître le fonctionnement de l'obturateur.

La plaque photographique porte l'image de la règle RS (*fig. 81*) et le tracé AMB d'une ligne du voyant; la plaque a été parcourue pendant la pose, de gauche à droite, par la bande lumineuse que laisse passer la

fenêtre de l'obturateur, et de haut en bas par l'image de la droite du voyant. La résultante de ces deux mouvements est la courbe AMB. Les lois de l'un de ces mouvements (chute du voyant) sont connues ; par suite, on peut en conclure les lois de l'autre, la marche de l'obturateur.

La vitesse de la bande lumineuse de l'obturateur en un point M quelconque est donnée par la tangente à la courbe au point M. Soit V la vitesse horizontale de la bande lumineuse, V′ la vitesse verticale dont était animé le voyant au même instant :

$$\operatorname{tang}\omega = \frac{V'}{V}.$$

Le point M est à la division h ; en supposant qu'au départ la droite AB coïncidait avec le o de la graduation de la règle

$$V' = \sqrt{2gh},$$

et comme

$$\operatorname{tang}\omega = \frac{MN}{NP}$$

$$V = \frac{V'}{\operatorname{tang}\omega} = \frac{NP\sqrt{2gh}}{MN},$$

formule qui permet de déterminer la vitesse V en un point M.

Le temps de pose local peut être déterminé par les considérations suivantes. Pendant la durée de la pose, le point M (*fig. 82*) parcourt dans sa chute la longueur MM′ ; L descend en L′ et l'épaisseur du trait de l'image

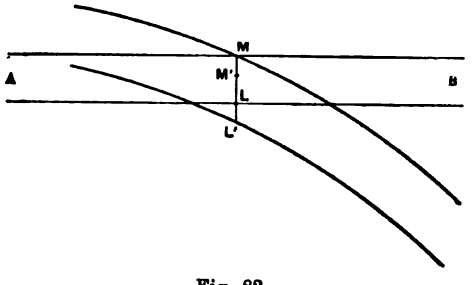


Fig. 82.

devient ML′, composé d'une partie centrale de teinte uniforme M′L bordée de franges dégradées M′M et LL′. La différence entre l'épaisseur de l'image ML′ et l'épaisseur de l'objet ML donne MM′, qui n'est autre que l'espace parcouru par la droite AB dans un temps t, *temps de pose local*, avec une vitesse V. On peut, sans erreur sensible, supposer uniforme la vitesse V, pendant ce temps très court ; par suite

$$MM' = Vt,$$

d'où

$$t = \frac{MM'}{V} = MM'\,\frac{MN}{NP\sqrt{2gh}}.$$

On peut aussi déterminer le temps de pose total. Pendant que la bande lumineuse de l'obturateur allait d'un bord à l'autre de la plaque, la droite du voyant est tombée de A en B (*fig. 83*). Soient k et i les divisions de la règle graduée, θ et θ' les temps correspondants; on a

$$k = \frac{1}{2} g\theta^2, \qquad i = \frac{1}{2} g\theta'^2,$$

d'où

$$\theta = \sqrt{\frac{2k}{g}} \qquad \theta' = \sqrt{\frac{2i}{g}}$$

et

$$\theta' - \theta = \sqrt{\frac{2}{g}} (\sqrt{i} - \sqrt{k}) = T.$$

Le rendement est donné par la formule

$$R = \frac{a}{vt},$$

dans laquelle on connaît a et v caractéristiques de l'obturateur que l'on a mesuré, et t dont on connaît la valeur.

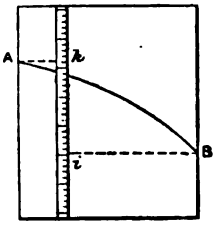


Fig. 83.

On peut aussi trouver la distance e de la fenêtre de l'obturateur à la plaque en partant soit de la formule du temps de pose local

$$t = \frac{af + oe}{vf},$$

soit de celle du rendement

$$R = \frac{af}{af + oe};$$

formules que l'on résoudra par rapport à e, tous les autres éléments étant connus.

Si, au lieu d'être en vraie grandeur, le négatif portait une réduction du voyant à $\frac{1}{n}$, les mesures prises sur la plaque devront être multipliées par n; les mêmes formules s'appliqueraient.

On peut aussi mesurer directement la période totale EH (voir *fig. 79*). La chambre noire étant munie de l'objectif et de l'obturateur, on met au point sur l'infini, et, arrêtant l'obturateur à un point quelconque de sa course, on

dirige l'objectif sur le ciel ou toute autre surface bien éclairée et l'on mesure sur le verre dépoli la largeur de la bande éclairée. On peut aussi substituer à la glace dépolie une plaque sensible, prendre plusieurs images de bandes du ciel en plaçant successivemeut l'obturateur en plusieurs positions différentes et l'on mesure leur largeur.

La distance du volet à la plaque s'obtient par la formule

$$EH = \frac{a f + oe}{f - e},$$

d'où

$$e = f \frac{EH - a}{EH + a},$$

f est la distance focale principale; les autres quantités sont connues. En prenant un temps de pose assez court et des plaques peu sensibles, on peut souvent discerner les limites des bandes à pose incomplète EF, GH, et par conséquent mesurer EG; on obtient donc directement le rendement

$$R = \frac{EG}{EH}.$$

On voit donc que la connaissance parfaite d'un obturateur de plaque entraîne la mesure de six éléments caractéristiques, savoir deux longueurs qui ne dépendent que de l'appareil lui-même étudié isolément : 1° la *largeur de la fenêtre*, nombre absolu; 2° la *vitesse de marche*, quantité variable à figurer par une courbe représentative, et 3° une longueur qui dépend des relations de l'appareil avec la plaque sensible, c'est la *distance de la fenêtre à la plaque*, quantité le plus généralement constante. Les trois autres éléments dans lesquels interviennent à la fois l'obturateur, la plaque, l'objectif (par son foyer et son diaphragme) et l'éloignement du sujet (par le tirage de la chambre) sont : 4° le *temps de pose local*, variable et à figure par une courbe; 5° le *temps de pose total*; 6° le *rendement*. Ces deux dernières caractéristiques étant indépendantes des variations de la vitesse, pour une opération donnée, sont représentées par des quantités numériques.

Les trois premiers éléments offrent un intérêt théorique et servent à calculer les trois autres, qui jouent seuls un rôle direct dans la pratique et dans le mode d'emploi d'un obturateur.

1579. Divers types d'obturateurs de plaque. — Les premiers obturateurs de plaque ont été construits par Relandin, sur les indications de Humbert de Molard. La construction de cet appareil a depuis lors été grandement perfectionnée, et l'on tend à utiliser de plus en plus cet obturateur pour l'emploi des appareils à main. Le plus souvent l'obturateur fait partie de l'appareil à main.

M. Barby[1] a établi un obturateur de plaque très léger, peu volumineux et à fonctionnement très doux. L'ouverture de la fente ou fenêtre est réglable extérieurement avec facilité et peut être amenée à égaler l'ouverture totale du cadre. La largeur de cette fente est indiquée extérieurement

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 163.

d'une manière automatique par un index tournant sur un cadran divisé; il peut fonctionner soit à l'instantané, soit à la pose, et le déclanchement se fait soit directement à la main, soit par l'intermédiaire d'une poire en caoutchouc munie d'un tube. La vitesse de marche du rideau est réglable; la plus grande vitesse combinée avec la plus petite dimension de la fente permettent d'atteindre des vitesses de 0s0001, de même que les vitesses les plus lentes permettent des temps de pose de 1, 2, 3... secondes. La distance de la fente à la fenêtre est très réduite de façon à obtenir un grand rendement.

Fig. 84.

Dans l'obturateur de M. Mackenstein (*fig. 84*), le réglage de la largeur de la fente peut être fait de l'extérieur. L'opération est effectuée très rapidement, et les deux bords de la fente sont toujours parallèles entre eux. La durée de fonctionnement peut varier dans de larges limites depuis une demi-seconde jusqu'à 0s001. Cet obturateur se fabrique en plusieurs grandeurs. M. G. Mendel a mis dans le commerce un obturateur du même genre (*fig. 85*).

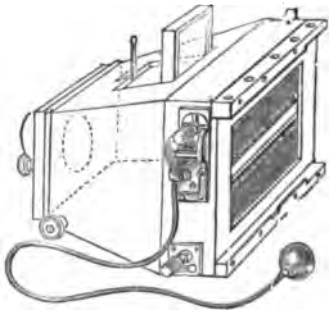


Fig. 85.

L'obturateur de plaque construit par M. Sigriste est l'un des plus précis et des plus efficaces qui aient été construits; il fait partie de l'ingénieux appareil à main établi par ce constructeur, et la description de cet obturateur ne peut être faite qu'en même temps que celle de l'appareil à main auquel il est lié. Il en est de même des obturateurs Zeiss.

Nous verrons plus loin qu'il existe un très grand nombre d'appareils à main utilisant l'obturateur de plaque.

§ 2. — Obturateurs montés au diaphragme.

1580. Mesure de la rapidité d'action des obturateurs. — M. Peisier[1], M. Ingram[2] ont étudié l'ancienne méthode de Weber qui permet de se rendre compte, sans aucun appareil spécial, de la rapidité de fonctionnement d'un obturateur. Le principe du procédé consiste à exposer dans la chambre noire une portion d'une plaque sensible en un temps suffisamment long pour pouvoir être mesuré assez correctement; le reste de la plaque est ensuite exposé au moyen de l'obturateur, que l'on fait fonctionner un nombre de fois suffisant pour que la somme des durées de ces expositions rapides soit égale à la durée d'exposition de la première partie de la plaque. Par exemple, si la durée d'exposition de l'obturateur est de 0s01, cette durée, répétée cent fois, donnera un temps de pose d'une seconde. On fait la mise au point en visant un écran de teinte uniforme et uniformément éclairé comme une feuille de papier blanc ou un rideau, et on soulève le volet du châssis d'une certaine quantité, de façon à découvrir une bande de la plaque; on développe la plaque. Si la densité des deux portions exposées est la même, on peut admettre que le temps de pose a été le même; si l'intensité est différente, la portion la plus dense aura reçu une exposition plus longue. La constatation de cette différence de densité ne peut donner qu'une idée approximative de la rapidité de l'obturateur; mais en combinant sur une même plaque des temps d'exposition variés, on peut, en pratique, arriver à une détermination assez exacte.

M. le capitaine Abney[3] a repris une ancienne méthode préconisée par le Dr Eder[4] pour mesurer la durée de fonctionnement d'un obturateur. L'appareil employé se compose d'un objectif projetant sur un appareil tournant l'image d'une fente éclairée par un arc électrique, fente placée près de l'obturateur, sa plus grande dimension étant perpendiculaire au sens du mouvement de ce dernier. Le temps est mesuré, soit en faisant tourner avec une vitesse connue, devant l'objectif, une roue dont chaque rayon intercepte la lumière par son passage, soit en fixant à une branche de diapason un petit objectif projetant sur le tambour tournant un rayon lumineux qui y trace une ligne sinueuse. Le tambour portant un papier au gélatino-bromure destiné à recevoir l'image, celle-ci aurait l'aspect d'un rectangle coupé par des lignes blanches correspondant au rayon de la roue si l'obturateur étudié avait un rendement égal à l'unité.

L'application d'un appareil de ce genre à la mesure de la vitesse de fonctionnement des obturateurs avait été proposé au Congrès de Bruxelles de 1891. M. Linday Johnson[5] a fait construire un appareil de ce genre. Derrière une plaque rectangulaire fixe, percée de trous, tourne un disque pourvu de quatre ouvertures et faisant deux révolutions par seconde; le mouvement est produit par un système d'horlogerie. S'il y a huit trous dans la plaque

1. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1897, p. 162. — 2. *The Phot. Times*, nov. 1900. — 3. *Revue générale des sciences*, 28 février 1897. — 4. Eder, *Ausführliches Handbuch*, I, p. 353. — 5. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 117.

et quatre dans le disque, un trou est découvert pendant un trente-deuxième de seconde. Ces deux écrans perforés sont placés entre l'obturateur et une source de lumière; la plaque enregistre combien de trous sont découverts pendant l'ouverture de l'obturateur. Il existe un très grand nombre d'appareils du même genre. M. Carpentier, M. Richard ont construit des appareils basés sur le même principe.

Tous les obturateurs tendent, au moment du déclenchement, à communiquer une secousse à la chambre noire. M. Abney a constaté que l'importance de cette secousse dépendait du déplacement du centre de gravité de l'obturateur.

1581. Nouveaux obturateurs. — MM. Bazin et Leroy ont construit un obturateur du type le *Saturne* (B, p. **166**) permettant

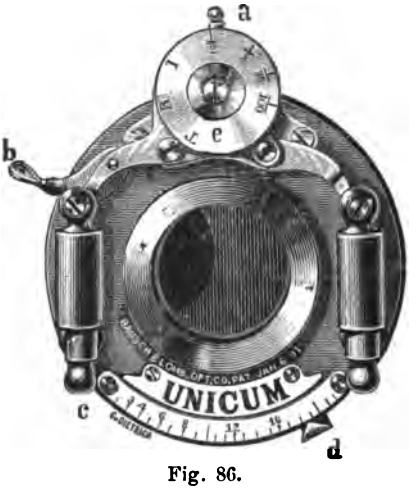


Fig. 86.

d'obtenir des images stéréoscopiques. L'appareil consiste en une boîte oblongue percée de deux ouvertures placées à l'écartement voulu; d'un coté se trouve le mécanisme de l'obturateur, de l'autre côté une deuxième paire de volets reliée à la première au moyen d'une bielle. La simultanéité de fonctionnement est donc obtenue avec la plus grande simplicité. Cet obturateur peut être utilisé en le plaçant entre les lentilles; on peut aussi le disposer derrière l'objectif, ce qui évite de faire une nouvelle monture.

L'obturateur *Unicum (fig. 86)*, se place entre les lentilles; son fonctionnement est très régulier.

M. Barby[1] a établi un obturateur à rideau se plaçant derrière ou

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902 p. 163.

devant l'objectif. Dans cet instrument, la tension du ressort pour les vitesses variables est supprimée, car cette tension fatigue le ressort et le rend vite impropre au fonctionnement. Cet obturateur fonctionne au doigt et à la poire, et la pose s'effectue en deux temps. Une première pression du doigt ou de la poire ouvre l'obturateur, qui reste ainsi ouvert jusqu'à ce qu'une deuxième pression le referme; par suite, même avec une poire ayant une légère fuite, une pose longue est possible.

M. Turillon [1] a construit un obturateur formé d'un volet qui se lève ou s'abaisse sous la pression d'une poire, comme tout obturateur à volet destiné au travail dans l'atelier; il en diffère en ce que son poids et son volume sont très réduits, puisque pour la plus grande dimension il pèse à peine 50 grammes. Il se place sur le parasoleil de l'objectif, et, pour le paysage, il offre l'avantage de faire poser un peu plus le terrain que le ciel. Lorsqu'on veut poser ou mettre au point, on pousse au préalable un bouton placé sur le côté de l'appareil et, dans ce cas, le volet reste ouvert jusqu'à ce qu'on le referme par une seconde pression de la poire.

L'obturateur Thornton-Pickardt a été perfectionné et muni d'un dispositif permettant de régler la durée du temps de pose depuis 1/8 de seconde jusqu'à trois secondes. Lorsque l'appareil ordinaire fonctionne à la pose (B, p. **174**), on détermine la durée du temps de pose en serrant la poire de caoutchouc; on arrête la pression pour refermer le volet. Cette manœuvre, à l'aide des nouvelles poires, se fait automatiquement. Une soupape à air est fixée à la poire au moyen d'une pièce de raccord; la soupape est percée d'un petit trou qui permet à l'air de s'échapper, et sur sa face est vissé un disque tournant pour régler l'échappement de l'air. Sur ce disque sont gravés les différents temps de pose depuis 1/8 de seconde jusqu'à trois secondes : il suffit de tourner le disque et d'amener le chiffre voulu en face d'un repère. On met alors l'obturateur à la pose, on presse sur la poire, et le déclenchement s'opère de lui-même au bout du temps voulu.

M. J. Frennet a apporté à cet obturateur une modification qui permet de l'ouvrir et de le fermer en deux temps, c'est-à-dire par deux pressions exercées sur la poire. Sur la plaque de déclenchement est fixée une petite glissière de métal pourvue d'un crochet. Cette glissière étant poussée vers le haut laisse l'obturateur sans modification; mais si la glissière est repoussée vers le bas au moment où l'on presse sur la poire, l'obturateur s'ouvre. La pression cessant alors, la plaque de déclenchement et sa glissière s'abaissent; le crochet de celle-ci saisit un des arrêts de la roue dentée et maintient l'obturateur ouvert aussi longtemps qu'on le désire; un second coup de poire ferme l'obturateur.

1. *Photo-Gazette*, 1897, p. 78.

CHAPITRE VI.

CHAMBRES NOIRES ET ACCESSOIRES.

§ 1. — CHAMBRES SUR PIED.

1582. Chambres d'atelier. — M. Gilles a établi une chambre noire pour le format de plaques 80 × 90 installée sur un pied-table. Un mécanisme de crémaillère et de pignons commandés par une manivelle permet de faire varier la hauteur de ce pied et d'élever la chambre jusqu'à 1m60; en outre, un dispositif spécial permet de faire rentrer la chambre noire à l'intérieur même du pied lorsqu'il est abaissé, de sorte que l'ensemble n'occupe plus qu'un volume un peu supérieur à celui de la chambre elle-même, ce qui en facilite le transport; une seule personne, sans aucun aide, peut, avec une grande facilité, une fois la chambre transportée, la mettre en station.

Dans les musées, il n'est pas toujours facile de photographier les tableaux suspendus à diverses hauteurs. M. Gilles[1] a établi un échafaudage destiné à mettre les chambres noires en station en les plaçant à la hauteur du tableau à reproduire, la plate-forme servant de base à la chambre pouvant s'élever au moyen d'un cric jusqu'à 6 mètres; elle est arrêtée à la position voulue au moyen de chevilles qui s'engagent dans les trous ménagés dans les montants. On peut donner à la plate-forme qui porte la chambre noire l'inclinaison nécessaire pour assurer le parallélisme du plan de la glace sensible avec celui du tableau. La stabilité de l'échafaudage est assurée d'une façon parfaite par les quatre montants verticaux qui font cales (*fig. 87*).

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, pp. 101 et 267. — *Ibid.*, 1900 p. 205.

L'opérateur se place à la hauteur qui convient le mieux à sa taille sur la petite plate-forme grillagée (à gauche dans la figure) qui, comme l'autre plate-forme, se monte au moyen d'un second cric et est arrêté par des chevilles.

Pour transporter l'échafaudage d'une pièce dans l'autre, il arrivera souvent que la hauteur des portes ne permettra pas son passage ver-

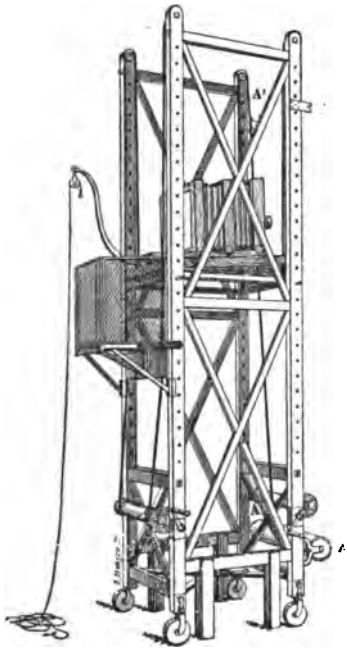


Fig. 87.

ticalement. En prévision de cette circonstance, on a placé en avant de l'échafaudage, en haut et en bas de chacun des montants, deux ferrures AA et A'A' destinées à recevoir des rouleaux semblables à celui qui est représenté en AA. En couchant l'échafaudage horizontalement vers l'avant, on le fait reposer sur ces rouleaux, ce qui facilite son transport.

M. Faller a construit un chariot multiplicateur pour faire quatre poses de petites cartes mignonnettes sur une plaque 9×18. A cause de la dimension étroite de ce format, on ne pouvait adopter le système utilisé pour les autres multiplicateurs. M. Faller a imaginé de diviser chacune des distances à faire parcourir au châssis pour effectuer une nouvelle pose par autant de cales mobiles à charnières ayant chacune la largeur de cette

même distance. Il suffit de lever à tour de rôle chaque cale pour faire avancer le châssis et obtenir une nouvelle pose; on abaissera en même temps la cale du côté opposé, qui empêchera le châssis de reculer. On peut lever deux cales à la fois pour faire un portrait plus large. Ce perfectionnement peut être adopté à tous les chariots multiplicateurs.

Pour faciliter le changement d'objectifs dans l'atelier et faciliter le mouvement vertical ou horizontal de la planchette qui porte les objectifs, on adopte souvent un dispositif qui figurait à l'Exposition de Vienne, en 1873, dans la chambre noire de M. Durand, dans certaines chambres d'Enjalbert[1], etc. **Sur la paroi d'avant de la chambre noire sont disposés deux disques, excentriques l'un par rapport à l'autre; celui qui est à l'intérieur,** portant l'objectif, est également excentré par rapport à lui. Le disque extérieur peut tourner sur lui-même dans la cavité qui lui est ménagée sur la planchette; le disque intérieur tourne sur lui-même par rapport au disque extérieur. Des rondelles servent de couvre-joint et empêchent l'accès de la lumière dans la chambre; de petites poignées servent à la manœuvre des disques.

1583. Chambres de voyage. — L'emploi des chambres noires de forme carrée est très pratique en voyage, car il permet de

Fig. 88.

passer très facilement de la disposition qui donne une vue en hauteur à celle qui fournit une vue en largeur. M. Huillard a fait construire par M. Gilles une chambre noire de forme carrée présentant un système de montage à peu près identique à celui qui existait dans l'ancienne chambre rectangulaire de Darlot, établie pour opérer au collodion sec et construite en 1875. Comme dans cette dernière, le chariot à crémaillère, qui se visse sur le pied, est indépendant de la chambre noire; les deux corps de la chambre (*fig. 88*) se fixent à

1. Voyez *Aide-mémoire de photographie*, 1901 p. 163.

l'aide de boulons solidaires du chariot, lequel s'allonge par l'emploi d'une crémaillère à double pignon (*fig. 89*). Le corps arrière de la chambre porte, comme dans les chambres anglaises, un dispositif permettant de placer la glace dépolie ou les châssis soit en hauteur, soit en largeur. Les châssis doubles, à rideaux, n'ont que 0m019 d'épaisseur pour le format 15×21.

Le corps d'avant présente ceci de particulier qu'il possède un *double* mouvement vertical et un mouvement de côté. Contrairement à ce qui existe généralement dans les chambres usuelles, le

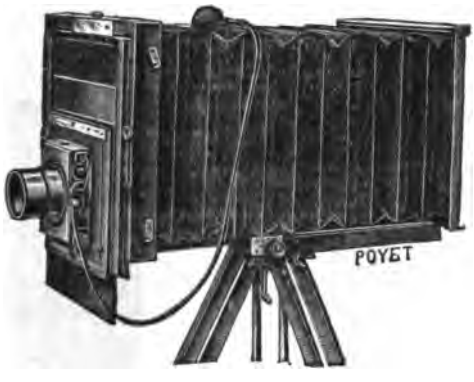


Fig. 89.

mouvement de côté est derrière les mouvements verticaux. Ce dispositif permet d'employer une planchette très grande et d'avoir derrière cette planchette une ouverture très grande, permettant de placer à l'intérieur de la chambre noire l'objectif et l'obturateur pendant le transport. Pour le format 15×21, cette chambre possède 0m035 de décentrement en haut et 0m075 de décentrement en bas (*fig. 90*). L'axe de l'objectif peut s'écarter de 0m072 vers la droite et autant vers la gauche. Ces mouvements sont indépendants l'un de l'autre. La chambre repliée, la planchette retournée à l'intérieur avec l'obturateur, n'a que 0m072 d'épaisseur, forme un bloc dont rien ne dépasse et qui se loge facilement dans un sac (*fig. 91*).

L'emploi du soufflet carré, de forme parallélipédique, permet d'utiliser les objectifs des plus courtes distances focales sans que les mouvements de décentrement soient entravés, ce qui n'a pas lieu avec les soufflets en forme de tronc de pyramide. Le soufflet étant plié, a comme dimensions intérieures la plus grande dimension de la

plaque, de manière que, précisément en cas de grand décentrement avec une courte longueur focale, chaque point de la plaque reçoive la totalité des rayons émanant de l'objectif[1].

M. Alexandre a construit un nouveau type de chambre métallique en aluminium. Les appareils de ce genre n'ont pas à redouter l'influence de la chaleur ou celle de l'humidité; ils sont, en outre, fort légers. Le format pour 9×12 permet l'emploi des foyers les plus divers : en particulier, on

Fig. 90.

Fig. 91.

peut mettre au point, même sur des objets rapprochés. La chambre du format 13×18 pèse 800 grammes et occupe un volume de 220×165×45^{mm}; celle destinée au format 18×24 pèse 1,200 grammes et présente les dimensions de 280×215×45^{mm}. Le système de châssis adopté est celui des appareils usuels.

§ 2. — Chambres a main et a chassis indépendants.

1584. Chambres à mise au point. — M. Gilles a construit pour le format 9×12 une chambre noire du genre coffret, permettant d'employer des objectifs de court et de long foyer; la base est à rallonge, mue par une crémaillère, et permet de placer la partie porte-objectif à 0^{m}32 en avant de la glace dépolie. La partie arrière, celle qui porte le châssis, est susceptible de recevoir un autre mouvement d'arrière en avant à l'aide d'une autre crémaillère à double

1. *Bull. de la Société française de phot.*, 1900, p. 122. — *Ibid.*, 1898, p. 313.

pignon. On peut amener l'arrière presque à la partie antérieure du chariot, ce qui permet l'emploi d'un objectif de 0m04 de longueur de tirage sans qu'il y ait à craindre de voir la partie antérieure de la base masquer une portion du champ, mouvement qui existe dans bon nombre de chambres possédant la partie arrière fixe.

La chambre noire, fermée, peut contenir l'objectif, l'obturateur et le viseur. Ce dernier, placé sur une des parties du dessus de la chambre, se relève avec elle et se trouve, par ce mouvement, immédiatement prêt pour la mise en plaque[1].

M. Gaumont a construit des chambres noires du type coffret et dans lesquelles le chariot portant l'objectif est plus solidement fixé qu'il ne l'est en général dans les chambres appelées *folding-camera*.

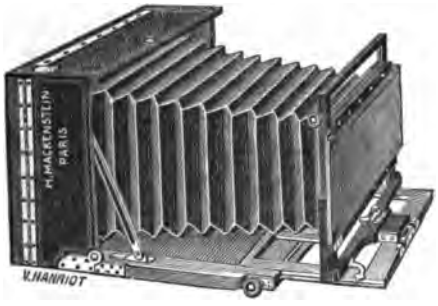


Fig. 92.

Le chariot demeure toujours parallèle au plan de la glace dépoli. La planchette porte-objectif est adaptée et fixée à ce chariot à l'aide d'un contrefort à coulisse cintrée; ce contrefort à coulisse reste toujours dépendant du chariot et le suit dans tous ses mouvements d'avancée ou de recul; chaque montant vertical du chariot est ainsi muni d'un contrefort.

M. Mackenstein a établie une série de modèles de chambres noires à base pliante, qu'il désigne sous le nom de *Compact-camera* (*fig. 92*). Ces chambres noires, établies jusqu'au format 13×18, peuvent être utilisées avec les nouveaux objectifs anastigmats dont chaque lentille constitue un objectif à paysage, exigeant un tirage relativement long. La mise au point s'effectue à l'aide d'une crémaillère à double pignon (*fig. 93*). Ce modèle mixte peut être utilisé comme appareil à la main et appareil sur pied; refermé, il tient peu de place (*fig. 94*). Pour l'emploi, il suffit de rabattre le devant à

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 223.

charnières; on fait avancer la partie antérieure du soufflet, qui glisse à frottement doux sur des rainures métalliques; un index, se mouvant en face d'une échelle graduée, indique la longueur du tirage. Lorsque l'appareil est destiné à obtenir des instantanés à très grande

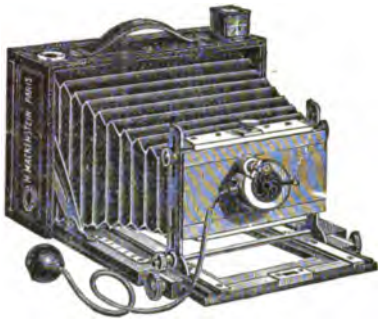


Fig. 93.

Fig. 94.

vitesse, le constructeur l'établit avec un obturateur à rideaux fixé au cadre arrière : on obtient ainsi un instrument universel (*fig. 95*) permettant l'emploi d'objectifs de foyers très différents sans toucher à la

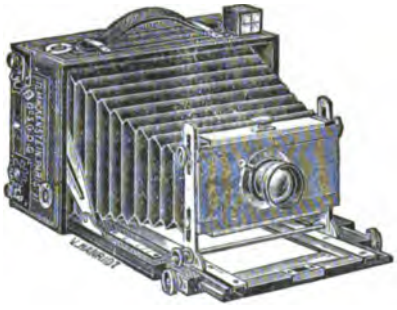


Fig. 95.

Fig. 96.

monture de ces objectifs. On peut d'ailleurs adapter à ces chambres noires (*fig. 96*) de faible volume, indépendamment des châssis à rideaux, soit des magasins de plaques, soit un châssis à rouleau pour pellicules.

Les mêmes dispositions sont réalisées dans le *Tachéographe* de M. Degen (*fig. 97*), dans les appareils de MM. Demaria, Poulenc, Joux, Roussel (*fig. 98*), Target et plusieurs autres constructeurs. M. Joux construit des chambres métalliques très légères, ne subissant pas l'influence de l'humidité et se montant rapidement.

1565. Chambres à foyer fixe. — M. Cadot a construit, sous le nom de *Pochette*, un appareil pour le format 9×12, ayant une épaisseur de 0m027 et utilisant des châssis simples de 0m002 d'épaisseur.

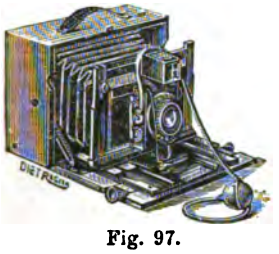


Fig. 97.

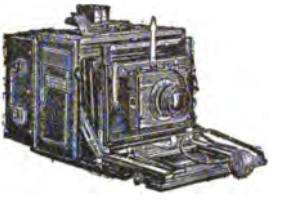


Fig. 98.

M. Steinheil a établi un appareil à main pour les formats 9×12, 13×18 et 9×18 possédant le décentrement dans les deux sens et occupant un très petit volume (*fig. 99*). L'appareil se déploie instantanément et se fixe à l'aide de quatre étançons plats en bois, articulés à brisures, qui lui donnent la rigidité absolue des jumelles sans leur volume ni leur poids. Le soufflet est de cuir (*fig. 100*), en un seul pli et absolument étanche à la

Fig. 99.

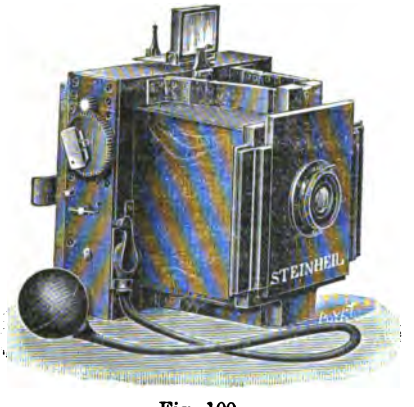


Fig. 100.

lumière. L'appareil est muni d'un obturateur de plaque à fonctionnement très doux; l'obturation se fait par double rideau à fente réglable. La largeur de la fente est indiquée au dehors à l'aide d'un index. La vitesse des rideaux est variable et le déclenchement se fait soit à la poire, soit au doigt. La durée des temps de pose peut varier de 2/3 de seconde à 1/400e.

M. Suter, de Bâle, livre des appareils à main du même genre pour les mêmes formats : le 9 × 12 pèse environ 700 grammes et présente les dimensions 5 × 14 × 16cm. Tous ces appareils sont munis d'un obturateur de plaque très rapide, à fente réglable par un bouton *a* (*fig. 101*); on remonte le ressort à l'aide du bouton *d* et le déclenchement se fait en appuyant sur un levier *b*. Les objectifs sont des anastigmats Suter à monture spéciale pour la mise au point. Ils peuvent être décentrés dans les deux sens; un viseur clair permet une mise en plaque très précise. Ces

appareils sont établis soit avec châssis double à rideaux, soit avec châssis à magasin, soit, enfin, avec châssis métalliques très solides, parfaitement étanches à la lumière, et permettant d'employer les pellicules rigides. Ces châssis métalliques sont utilisés avec l'appareil 9 × 12 dont ils permettent de diminuer le poids et les dimensions.

Un appareil du même genre est importé en France depuis plusieurs années par M. Joux. Cet appareil, appelé *le Takyr*, est du genre des chambres pliantes à obturateur de plaque et à fente variable. L'obturateur est

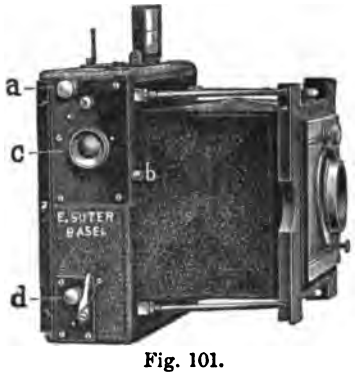


Fig. 101.

muni d'un multiplicateur de vitesse qui, par la tension de son ressort, permet de diminuer la durée du temps de pose ; les durées peuvent varier de 1/10e à 1/1,000e de seconde. L'objectif est monté sur une planchette tour-

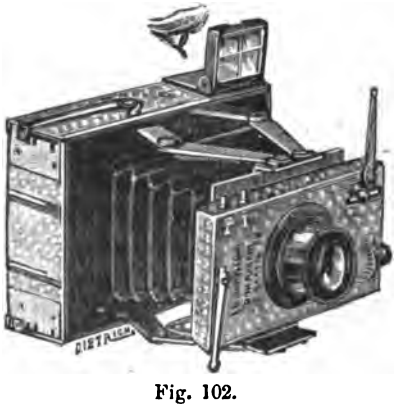


Fig. 102.

nante permettant de faire le décentrement dans tous les sens. On peut munir cet appareil soit de châssis à double rideau, soit de châssis-magasin. D'autres appareils, tels que les photo-pochette, chambre pliante à châssis métallique, du même constructeur, sont bien établis.

Le *Dom-Pliant* construit par M. Martin rentre dans la ctaégorie des appareils à ailettes (*fig. 102*). Le format 9 × 12 pèse 800 grammes et occupe

un volume de 14 × 10 × 4cm; il est muni d'une planchette à double décentrement de l'objectif; l'obturateur permet de faire des épreuves posées. Le corps de la chambre est en aluminium; les plaques se logent dans des châssis simples en métal extrêmement léger; chaque châssis a 0m003 d'épaisseur.

Les *Pankoras* construits par MM. Ducom et Echassoux[1] réunissent les avantages des appareils à magasin aux avantages des appareils à châssis métalliques. L'arrière de l'appareil comporte une cavité fermée par une porte (*fig. 103*). Par celle-ci, on peut introduire dans la chambre six châssis

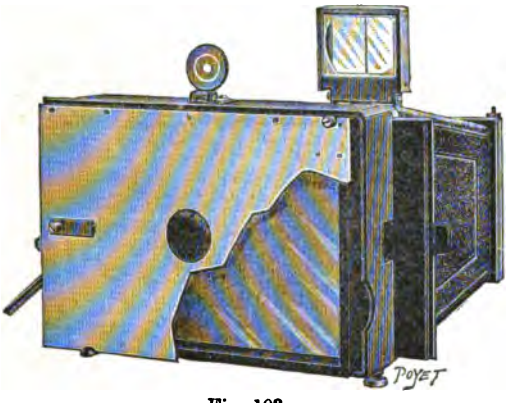


Fig. 103.

métalliques contenant chacun une plaque sensible. Pour opérer, on tire le volet du châssis qui se trouve au fond du chargeur : la plaque démasquée peut alors être impressionnée par la lumière traversant l'objectif; ceci fait, on referme le volet, et à l'aide d'un levier spécial on fait sortir de 0m01

Fig. 104.

Fig. 105.

environ, par une fente, le châssis de l'appareil : on peut alors le retirer tout à fait du chargeur avec la main et l'y réintroduire, par une autre fente, sur les cinq autres châssis restés en dedans. Cette disposition permet de

faire toutes ces opérations en pleine lumière et de réapprovisionner le chargeur dans les mêmes conditions. Les châssis sont numérotés, ce qui remplace le compteur. Tous ceux qui portent le n° 1 ont leur tranche rouge; on peut donc reconnaître si tous les châssis ont été exposés. Tous ont une épaisseur de 0m04; ils sont faits mécaniquement, sont interchangeables et leur étanchéité à la lumière est rigoureuse.

Les *Kodaks* (*fig. 104 et 105*) peuvent être transformés à l'aide de l'*adaptateur* Guénault de façon à utiliser les plaques. Un cadre avec rainures se place à la partie postérieure de l'appareil : des châssis métalliques à volet peuvent se loger dans cette rainure. Une tige d'acier qui s'engage automatiquement entre les branches de la monture quand on développe l'appareil assure une mise au point très exacte. On peut d'ailleurs interposer un cadre d'épaisseur calculée entre l'adaptateur et le kodak de façon à obtenir la mise au point pour les objets situés à 1 mètre de l'appareil.

M. Suter livre, sous le nom de *Cartridge-Suter*, un appareil servant pour

Fig. 106.

Fig. 107.

pellicules (82 × 108mm) et pour plaques (9 × 12cm). Fermé (*fig. 106*), l'appareil occupe très peu de place; il est rapidement mis en station (*fig. 107*). Les parois et le chariot sont construits en aluminium, ce qui rend l'instrument

Fig. 108.

très léger. L'objectif est à mise au point pour toutes les distances au moyen d'une échelle de mise au point si l'on emploie les pellicules et au moyen de la glace dépolie si l'on utilise les plaques; l'objectif peut d'ailleurs être excentré dans les deux sens. Le pliant *Delta-Suter* (*fig. 108*) utilise aussi des

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 228.

châssis en métal extra minces permettant d'emporter en voyage un grand nombre de plaques ou de pellicules rigides.

Les *Delta-Cartouche* du Dr Krugener utilisent les mêmes bobines que les appareils américains et peuvent recevoir aussi des châssis métalliques pour

Fig. 109.

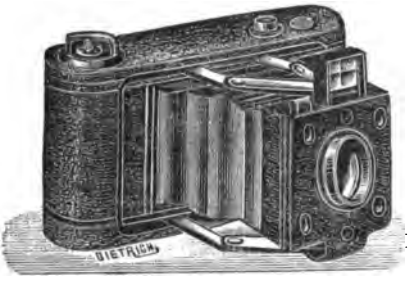


Fig. 110.

plaques. M. Roussel livre des appareils du même genre avec l'objectif bistigmat (*fig. 109 et 110*).

§ 3. — Chambres a main a magasins.

1586. Appareils genre jumelle. — Le type des photo-jumelles Carpentier a été imité de bien des manières, et la vogue dont jouit cet appareil montre combien il est pratique. M. Carpentier a d'ailleurs apporté de très nombreux perfectionnements à ses premières photo-jumelles (B, p. **193**). En dernier lieu, la photo-jumelle du format 6,5 × 9 a été modifiée de façon à utiliser soit dix-huit plaques sur verre, soit quarante-cinq pellicules, et, pour la commodité de cet emploi, l'appareil est muni d'un compteur automatique. Ce compteur est placé au centre et à l'arrière de la planchette fermant le magasin; grâce à un déclenchement absolument indéréglable, toutes les fois qu'on escamote une plaque, on fait, rien qu'en repoussant le tiroir, reculer la graduation d'un degré. Quant à la transformation permettant d'employer les porte-pellicules plus minces que les porte-plaques, elle consiste dans l'utilisation d'une lame métallique recourbée qui vient diminuer la rainure du tiroir d'escamotage qui donne le passage aux petits châssis métalliques.

M. Belliéni utilise pour ses jumelles un obturateur placé à l'arrière de l'objectif, ce qui permet de dévisser ce dernier et l'employer à d'autres usages. Le devant de la jumelle 9 × 12 possède deux glissières qui permettent d'excentrer l'objectif de 0m015 quand on opère dans le sens de la largeur et de 0m03 quand on opère dans le sens de la hauteur; deux échelles graduées permettent d'évaluer en millimètres la valeur du déplacement dans les deux sens. Pour l'usage, on déplace l'œilleton de visée jusqu'au moment où l'on a le mieux mis en plaque le sujet à reproduire; on lit sur l'échelle de l'œilleton le nombre de divisions dont il a fallu déplacer ce dernier pour une bonne mise en plaque, puis on déplace l'objectif jusqu'au moment où

l'index marque sur l'échelle de déplacement la même division que celle lue sur l'échelle de l'œilleton (*fig. 111*). Les jumelles 9 × 12 peuvent d'ailleurs être disposées pour employer à volonté un objectif de 0m136 de distance focale ou un objectif de 0m103. Le même obturateur sert pour les deux objectifs. Pour le grand angle, il fonctionne en avant de l'objectif. Le viseur est muni d'une lentille concave supplémentaire permettant une mise en plaque très exacte quand on utilise l'objectif grand angulaire[1].

La *Vélo-jumelle* de M. Fleury Hermagis est un vélocigraphe destiné aux plaques du format 6,5 × 9; l'appareil pèse, tout chargé, 1,400 grammes. Au moyen d'un échappement à ancre, les plaques placées verticalement les unes derrière les autres tombent horizontalement au fond de la chambre après chaque exposition. Ce système d'appareil présente les avantages d'une étanchéité parfaite et constante, l'escamotage se faisant sans tiroirs ni cou-

Fig. 111.

lisses susceptibles de prendre du jeu, de coincer ou de se fausser. Le fonctionnement se fait au moyen d'une seule clef de manœuvre, ce qui produit simultanément l'escamotage, le réarmement de l'obturateur, la rotation du compteur et le calage des plaques tombées. Le chargement de l'appareil se fait très vite, de même que son déchargement.

La *Jumelle* de M. Fauvel[2] présente la forme générale des jumelles photographiques; elle s'en distingue par son obturateur qui est construit sur le type de celui du cylindrographe de M. Moessard. C'est une sorte d'obturateur de plaque passant devant la surface sensible. L'appareil est à magasin, contient dix-huit plaques, et est disposé de telle sorte qu'on peut remplacer le magasin par un autre quand les glaces sont exposées.

La *Péri-Jumelle* de M. Irunberry est une jumelle à magasin. Le changement des plaques s'effectue d'après le système adopté dans les appareils à sac, système le plus simple et le premier employé; mais dans la péri-jumelle le sac susceptible d'être percé est supprimé et on obtient mécaniquement tous les mouvements que ferait la main de l'opérateur. Le mécanisme nouveau consiste en deux doubles bielles actionnant deux gouttières qui servent à saisir et à transporter à l'arrière la plaque exposée.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 559. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 281.

La forme de cet appareil ne diffère pas de celle des jumelles usuelles (*fig. 112*).

L'obturateur qui se place derrière l'objectif est à vitesse modifiable; cette

Fig. 112.

modification se fait en agissant sur le bouton E (*fig. 113*). Cet obturateur permet de faire la pose et l'instantané. L'objectif est à monture hélicoïdale permettant la mise au point. Le système d'escamotage adopté pour les magasins de la péri-jumelle nécessite une manœuvre très simple. On tient horizontalement l'appareil de la main gauche, on tire de la main droite la

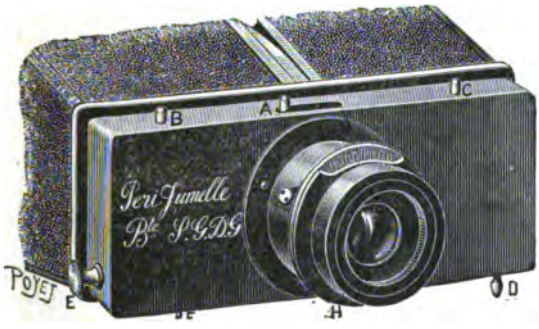


Fig. 113.

manette placée sur l'appareil, de façon à ramener aussi haut que possible la plaque posée : elle se trouve alors à l'avant de cette sorte de sac constitué par la boîte métallique; on tourne la manette, la plaque est ramenée à l'arrière de la boîte (*fig 114*); on laisse revenir la manette à sa position première et on repousse bien à fond le tiroir à l'intérieur de l'appareil. Dans les nouveaux instruments, la manœuvre produite par le mouvement de la manette se fait automatiquement. Il suffit de soulever et d'abaisser le tiroir pour que l'escamotage de la plaque posée soit effectué. Un dispositif très ingénieux permet d'adapter et de retirer à volonté une poire de caoutchouc destinée à la manœuvre de l'obturateur pour épreuves posées.

Les jumelles photographiques Mackenstein ont été récemment munies du

dispositif permettant le double décentrement de l'objectif dans les deux

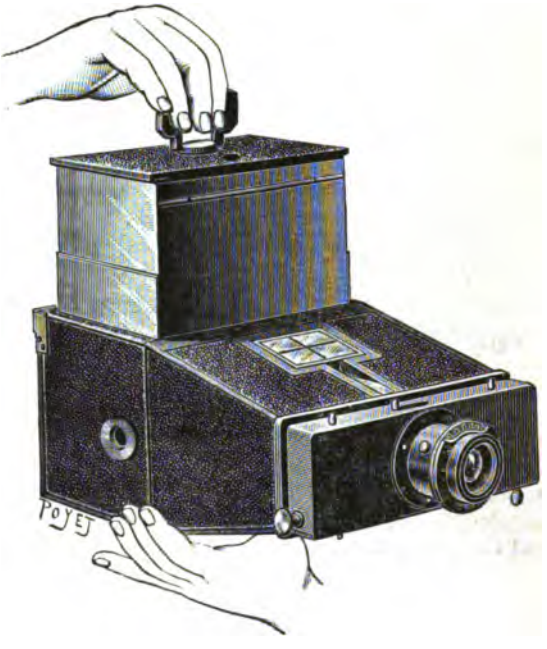


Fig. 114.

sens (*fig. 115 et 116*). Ces jumelles possèdent aussi un viseur mobile permettant dans tous les cas une bonne mise en plaque. Dans ce nouveau

Fig. 115.

Fig. 116.

modèle d'appareil, on peut enlever de la jumelle l'objectif muni de son obturateur pour l'utiliser sur n'importe quel autre appareil muni d'un dis-

positif pour le recevoir; les jumelles peuvent d'ailleur srecevoir l'obturateur de plaque spécialement construit par Mackenstein. Elles peuvent se placer sur pied (*fig. 117*); l'escamotage se fait à l'aide d'un tiroir (*fig. 118*).

M. Gaumont [1] a établi sous le nom de *Spidos* des appareils à main d'un emploi très pratique. Le stéréospido 9 × 12 possède un viseur permettant d'obtenir la visée dans n'importe quelle position du décentrement de l'objectif. Ce résultat est obtenu au moyen d'une petite glace adaptable au viseur clair, en arrière de la lentille réticulée. Cette glace peut prendre trois positions : 1° celle où elle forme un angle de 45° avec la lentille du viseur et qui sert pour la visée à hauteur de la poitrine; 2° rabattue en arrière pour permettre la visée à hauteur des yeux; 3° rabattue en avant avec le viseur : dans cette position elle occupe le minimum de place et permet de remettre l'appareil dans son étui. L'obturateur de plaque permettant de 1/45e à 0s001 peut être adapté au spido. Cet obturateur se recommande aux personnes s'occupant de sport et désireuses de photographier des sujets en vitesse tels que : automobiles, chevaux au galop, sauts d'obstacles, etc

Fig. 117.

Fig. 118.

La vitesse de translation du rideau et la largeur de sa fente sont variables : le minimum de largeur est de 0m0025, tandis que le maximum est de 0m03.

MM. Jacquet et Maille ont construit une jumelle très légère en aluminium qui présente plusieurs dispositifs ingénieux. L'appareil est constitué par un tronc de pyramide portant l'obturateur sur lequel est monté l'objectif et d'un magasin indépendant; derrière l'obturateur se trouve un chariot de mise au point manœuvré à l'aide d'une came mue par un bouton moleté qui sert en même temps de vis calante et permet de placer cette jumelle sur n'importe quel support. La manœuvre par came permet la suppression de la crémaillère qui est toujours d'un montage difficile dans les jumelles en métal. Toutes les plaques sensibles sont enfermées dans un magasin d'escamotage et ne se trouvent jamais à découvert; ce magasin peut toujours être séparé de l'appareil sans crainte de voile pour les plaques. Pour faire poser une plaque on tire le couvercle du magasin et on le repousse; par cette manœuvre la première plaque est sortie du tiroir pour venir se placer sur le couvercle pendant que celui-ci s'est intercalé entre elle et celles placées en dessous, les isolant complètement de la première [2].

Dans l'appareil construit par M. Demole, un châssis de chambre noire

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 139. — 2. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1901, p. 204.

peut se placer soit à l'avant, soit à l'arrière d'un magasin porte-plaques contenant les plaques sensibles renfermées dans de petits cadres de tôle. Pour charger l'appareil, on place le châssis dans sa rainure et, par un jeu convenable des volets de ce châssis et des volets du magasin, on fait passer une plaque du magasin dans le châssis. La manœuvre inverse permet de faire passer la plaque du châssis dans le magasin [1].

Le *Physiographe* de Bloch [2], le *Gnomes* de Bardin possèdent les organes principaux des jumelles. Dans la *Néo-Jumelle* de M. Caillon [3], le magasin de plaques est indépendant de l'appareil. Il est construit de façon que l'escamotage puisse se faire quelle que soit la position de l'appareil. Incliné plus ou moins, le système fonctionne également bien. Ce résultat est obtenu en ne laissant pas la plaque abandonnée à elle-même quand elle quitte sa place pour tomber au fond du magasin, mais en la faisant accompagner dans toute cette course par des ressorts qui la poussent par les bords et ne la quittent que quand elle est déjà engagée sous les autres plaques au moment où l'on repousse celles-ci dans leur position normale.

Les *Jumelles* établies par M. Gilles possèdent tous les perfectionnements que l'on rencontre dans les appareils de ce genre et sont construits avec le plus grand soin.

La maison Draye frères, à Merxem, a construit une jumelle simple pour le format 9 × 12. Cet instrument, dont le montage est des plus rapides, peut servir comme appareil à main aussi bien que comme chambre sur pied. Sa légèreté et son volume réduit permettent de la placer facilement dans la poche intérieure d'un veston. Elle est munie d'un obturateur *focal plane* avec indicateur de vitesse permettant la pose et l'instantané. Le mouvement de la planchette d'objectif se fait dans les deux sens. Le verre dépoli est mobile et les châssis doubles n'ont que 0m007 d'épaisseur. La visée se fait à hauteur des yeux au moyen d'un viseur clair placé sur l'appareil [4].

Dans la *Simili-Jumelle* Zion (*fig. 119*) l'escamotage des plaques s'effectue à l'aide d'un magasin à tiroir à triple enveloppe.

La jumelle construite sous le nom de *la Gauloise* est entièrement établie

Fig. 119.

en métal (acier et aluminium). MM. H. Breton et Cie l'ont munie d'un châssis-magasin à rotation. A l'intérieur de la jumelle, dans la partie consacrée au magasin de plaques, se trouve un cadre métallique C (*fig. 120*) monté sur deux tourillons fixés sur les petits côtés de l'appareil : c'est dans ce cadre que viennent se placer les plaques préalablement glissées dans de

1. *Revue suisse de photographie*, 1897, p. 57. — 2. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, p. 220. — 3. *Ibid.*, 1898, p. 254. — 4. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1896, p. 245.

petits porte-plaques métalliques en tôle semblables à ceux des appareils de ce genre ; ce cadre forme le châssis-magasin et il est susceptible de tourner sur ses tourillons : c'est le châssis rotatif. Toutes les plaques sont placées

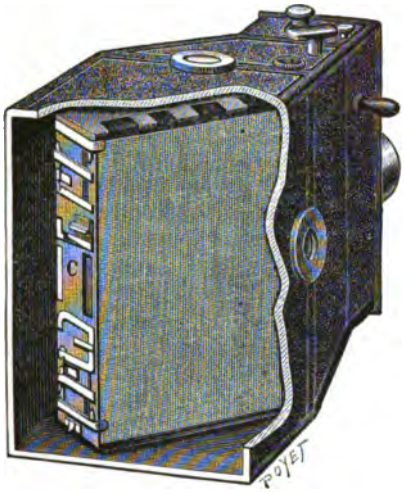


Fig. 120.

les unes sur les autres dans ce cadre, la gélatine tournée vers l'objectif (*fig. 121*). L'escamotage consiste à faire passer la plaque qui est en avant par derrière et s'exécute de la façon suivante : en tirant le fond mobile de l'appa-

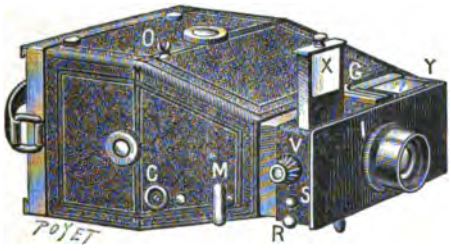


Fig. 121.

reil comme dans la figure 122, le cadre-magasin commence à exécuter sur ses tourillons une rotation qui se continue lorsqu'on repousse le fond mobile à sa place, de telle sorte qu'au moment où le fond mobile est revenu à sa place le cadre a tourné de 180° et, par suite, le paquet de plaques qu'il contient est retourné, les côtés gélatinés faisant face au fond de l'appareil contre lequel se trouve la plaque qui vient d'être impressionnée. En répétant une seconde fois le mouvement d'aller et retour, le cadre continue sa rotation pour reprendre sa position primitive après avoir fait ainsi en deux fois un tour complet; mais la plaque qui vient d'être impressionnée et qui était en con-

tact avec le fond est retenue contre celui-ci au moyen de griffes que ce mouvement met en action, de façon que cette plaque abandonne le châssis rotatif pendant que celui-ci opère sa seconde demi-rotation pour reprendre sa position primitive, ramenant le côté gélatiné des plaques non posées face à l'objectif. Au moment où cette rotation se termine, le fond mobile qui le commande est lui-même revenu à sa place, et la plaque provisoirement détachée des autres, qui est maintenue contre ce fond, vient prendre sa place derrière les autres dans le cadre-magasin, les griffes qui la retenaient contre le fond l'abandonnant.

Cette plaque, la dernière impressionnée, se trouve donc passée derrière le paquet de plaques et retournée, c'est-à-dire que son côté gélatiné fait face au fond; il ne sera donc pas possible de l'impressionner de nouveau.

Si l'on se sert des pellicules vitroses, par exemple, on peut employer de

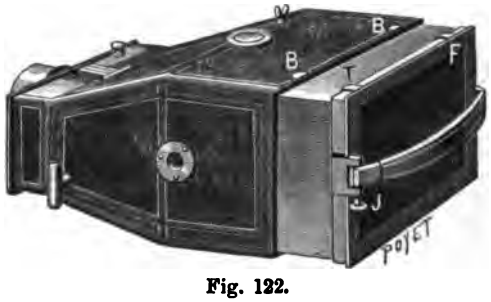


Fig. 122.

petits porte-pellicules dont chacun peut recevoir deux pellicules dos à dos, l'escamotage ayant pour effet de faire passer ces porte-pellicules derrière le paquet en les retournant; si on emploie ces porte-pellicules doubles, après douze changements de plaques, on disposera encore de douze pellicules qui se trouvent dos à dos avec les douze premières. Cet appareil est d'ailleurs muni de tous les accessoires qui en rendent l'emploi général et aisé.

1587. Appareils divers. — Le *Pascal* donne des images d'environ 4×6^{cm}; son volume fermé est de $8 \times 7 \times 11^{cm}$. Il se charge en plein jour avec un rouleau de pellicules Lumière pouvant recevoir douze images. Le rouleau étant en place, on tourne une clef jusqu'à ce que l'index d'un cadran indique qu'il faut s'arrêter. L'appareil est alors prêt pour donner les douze vues que peut recevoir la bande; il suffit d'appuyer sur un bouton en regardant dans un viseur l'image qu'on veut obtenir. Grâce au mécanisme intérieur, l'obturateur fonctionne et la pellicule s'enroule automatiquement; il est possible de prendre les douze vues en six secondes.

Le *Magnétographe* (qu'il ne faut pas confondre avec les appareils magnétiques enregistreurs) est un appareil construit sur les indications de M. de Geoffroy. Il contient un magasin à vingt-quatre plaques (*fig. 123*). Il présente cette particularité que le châssis contenant la plaque à impressionner se trouve en dehors du tiroir où sont placées les vingt-trois autres (*fig. 124*). Ce châssis est solidement maintenu en place pour l'impression, au fond de l'appareil, par des pièces d'acier aimanté enchâssées dans le bois et en

affleurant exactement la surface ; le système d'escamotage ne diffère d'ailleurs pas sensiblement de celui utilisé dans les appareils à tiroir. Le grand avantage de ce système provient de ce que la longueur de l'appareil n'est guère plus grande que la longueur focale de l'objectif [1].

M. Français a construit pour les épreuves de format 6,5 × 9 et 9 × 12 un appareil de volume très réduit qu'il a appelé le *Minuscule*. L'appareil est constitué par une boîte parallélipipédique divisée en deux sections réunies par une charnière ; le volume total est donc celui du magasin, plus l'épaisseur des parois qui forment la boîte. Les deux parties de celle-ci sont réunies par un soufflet ; lorsqu'on l'ouvre on obtient une chambre noire dont le magasin forme le fond. L'objectif est monté sur le petit côté qui forme le couvercle de la boîte, de telle sorte que lorsque l'appareil est ouvert il se trouve en face du magasin. Une armature intérieure maintient l'ouverture et l'ensemble forme un tout rigide et indéformable [2].

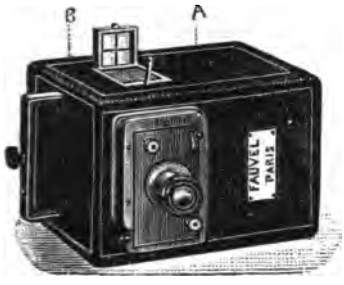


Fig. 123.

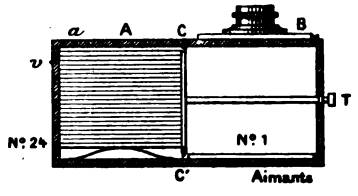


Fig. 124.

M. Schlesinger a fait construire par M. Gillon un appareil à main appelé *Photo-cartouche-lorgnette*. Il se compose de trois parties détachables : 1° d'une chambre noire conique portant l'objectif et l'obturateur et pouvant recevoir un verre dépoli ; 2° d'un magasin contenant les organes de l'escamotage ; 3° d'une cartouche renfermant douze plaques placées dans de petits châssis en acier ayant, dans le sens de la longueur, une rainure emboutie destinée à préserver la couche sensible pendant le glissement des châssis les uns sur les autres. L'escamotage s'effectue par la manœuvre d'un magasin du genre à tiroir. Lorsque les douze plaques ont été impressionnées, on ouvre une glissière placée sur le côté du magasin, on puise dans un réduit ménagé à cet effet deux volets qui servent à fermer le magasin ou cartouche : il peut alors être retiré et remplacé par un semblable contenant douze nouvelles plaques. Un compteur indique automatiquement le nombre de plaques impressionnées [3]. L'emploi de ces magasins contenant les plaques préparées est des plus pratiques, étant donné la légèreté de l'appareil.

La planchette porte-objectif est fixe : M. Gillon ne l'a pas munie de système à décentrement, car il a construit un appareil spécial pour redresser les verticales des vues prises avec l'axe de l'objectif incliné.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 183.— 2. *Photo-Gazette* 1900, p. 218. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 224.

1588. Appareil à grand rendement Sigriste. — Cet appareil est nouveau par le mode d'obturation, par la simplicité des manipulations, par les résultats qu'il permet d'obtenir[1].

L'obturation est produite à l'aide d'un obturateur de plaque, c'est-à-dire d'une fente qui passe devant la plaque sensible : la distance à laquelle elle se meut de la surface sensible est très faible, environ $0^{m}001$, condition essentielle pour un rendement maximum (*fig. 125*).

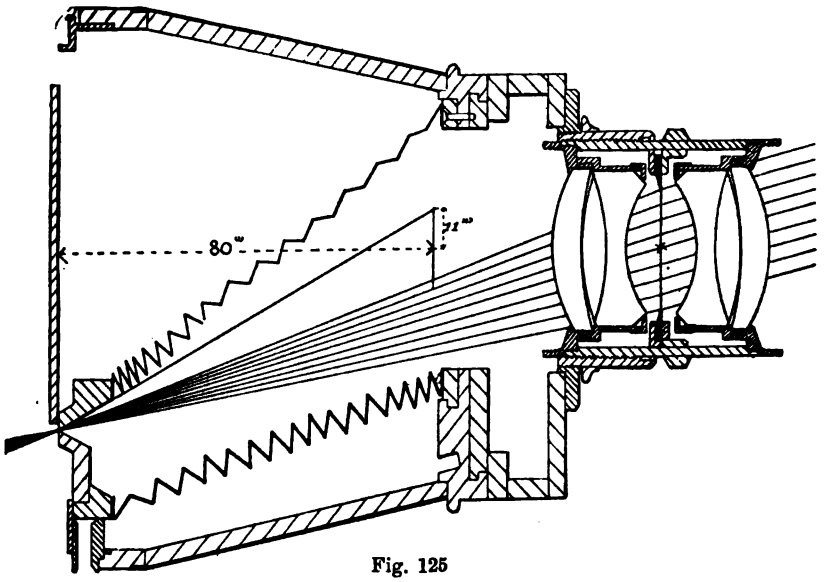


Fig. 125

Cette fente est reliée à la paroi antérieure de la chambre noire par une enveloppe plissée EE' (*fig. 126*) qui la suit dans ses mouvements. On voit (*fig. 126*) que les bords de la fente étant taillés en biseau, même en supposant un objectif de très grande ouverture, le faisceau lumineux qui peut atteindre la surface sensible n'est en rien gêné ni par l'enveloppe, ni par les bords de la fente : on évite ainsi tous les phénomènes de diffraction qui troublent la netteté de l'image et on protège la surface sensible contre l'action des rayons réfléchis ou diffusés. On peut modifier la largeur de la fente et la vitesse de son déplacement de façon à faire varier le temps de pose entre 1/40 et 1/5000 de seconde, avec faculté de réduire à $0^{s}0001$ dans des cas exceptionnels.

1. E. Wallon, *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 73.

Le réglage de la fente obturatrice D (*fig. 126*) s'effectue à l'aide d'une vis V dont le pas est d'un demi-millimètre. La tête de la vis est carrée, et quand l'obturateur arrive a l'extrémité de sa course, vient s'engager dans un petit arbre creux que commande une manette M extérieure à l'appareil. En faisant tourner la manette M dans un sens ou dans l'autre, on peut augmenter ou diminuer d'un demi-millimètre par tour l'écartement des deux bord d' et d'' : ils restent parallèles, et on peut utiliser la fente avec une largeur de 0m001.

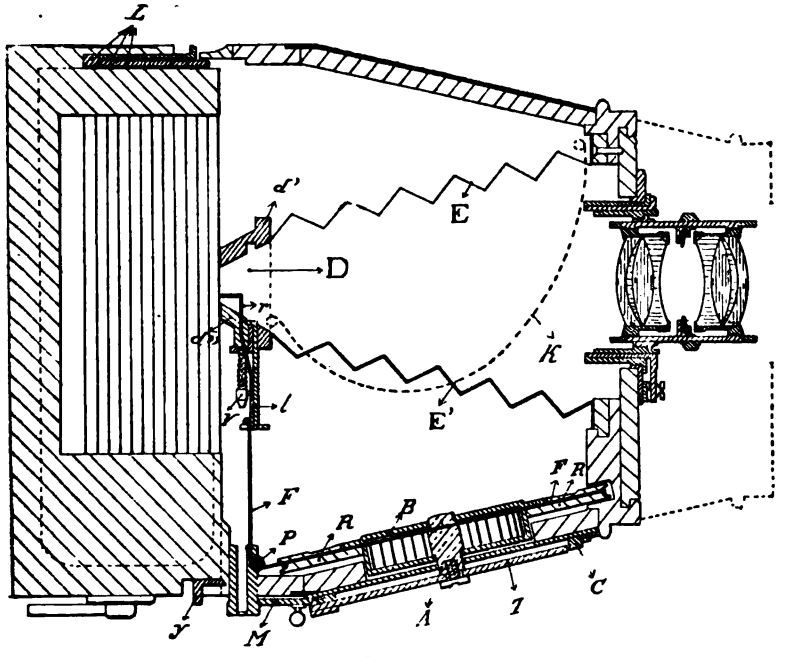


Fig. 126.

La vitesse de déplacement est également variable et réglable. Une lame métallique allongée l, ajustée en glissement en travers de la fente, est chargée, d'une part, d'assurer avant et après la pose une fermeture parfaite, et, d'autre part, de commander le mouvement ; à ses extrémités sont fixées celles d'un cordonnet de soie F qui, guidé par deux petites poulies de renvoi, s'enroule à double brin dans la gorge d'un disque R muni d'un barillet à ressort B. On peut faire varier la tension du ressort au moyen d'un levier diamétral T placé extérieurement et qui se déplace sur un disque C, dont le pourtour

est muni d'encoches formant crans de retenue. Le mouvement obtenu est uniforme grâce à des ressorts plats K et K' disposés de chaque côté en forme d'arcs et montés à pivot : la compensation produite par ces ressorts est pratiquement parfaite.

Les durées d'admission de la lumière sont annoncées automatiquement en dehors de l'appareil à l'aide d'un disque gradué (*fig. 127*). Si,

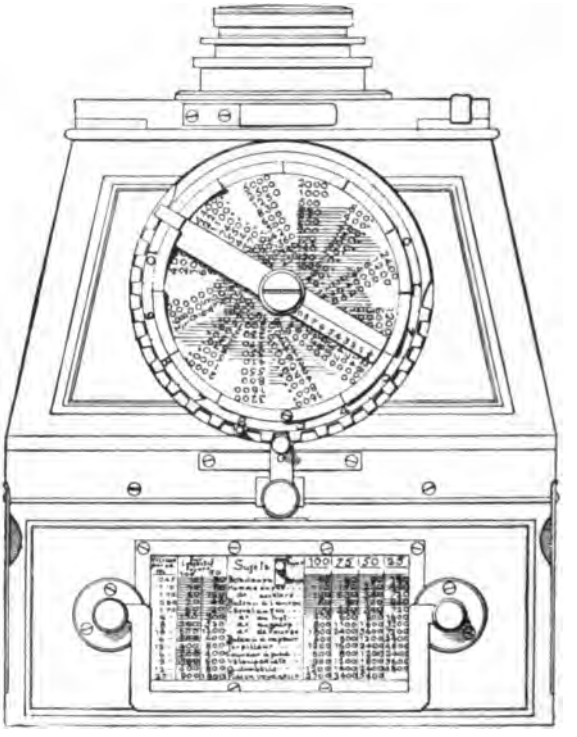


Fig. 127.

par exemple, on voit marqué en face du chiffre 2, porté par le levier, le nombre 700, cela indique qu'en donnant à la fente une largeur de 0m002 (c'est-à-dire en amenant, au moyen de la manette M, le repère de l'anneau denté en face de la division 2) la durée de la pose sera de 1/700e de seconde. On obtient ainsi cent-vingt durées de pose différentes correspondantes à tous les cas. Un tableau appliqué sur l'une des faces de l'appareil indique, pour un certain nombre de cas pris comme types, la durée de pose qui ne doit pas être dépassée si l'on veut avoir une image nette.

L'obturateur agit au voisinage des sommets des cones élémentaires (*fig. 128*), qui forment l'image.

Un seul mouvement escamote la plaque posée, la compte et arme l'obturateur. La lame de fermeture *l* porte à ses deux extrémités un crochet à ressort *r*. Quand le tiroir du magasin est tiré à fond pour le changement de plaque, ces crochets tombent en avant du tiroir, et ce dernier, quand on le repousse, les entraîne avec lui : ils se trouvent ainsi logés à l'extrémité de l'appareil, dans des encoches d'où peut les expulser de façon instantanée un double levier L. Le déclen-

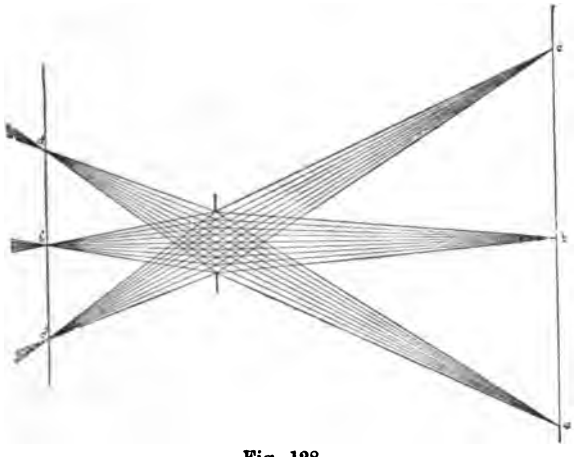


Fig. 128.

chement de l'obturateur s'exécute en appuyant sur ce levier : la fente ainsi rendue libre se met immédiatement en mouvement sans qu'on ait à craindre de retard au départ. Quelle que soit la vitesse du déplacement du sujet photographié, c'est au moment où ce sujet est exactement en plaque que l'on doit agir sur le levier de déclenchement.

Dans le modèle d'appareil récemment construit par M. Sigriste, la clef qui commande l'écartement des deux joues de la fente est automatiquement bloquée, tandis que dans le type primitif elle restait libre et pouvait amener le déréglage du disque indicateur. Les nouveaux appareils sont munis d'un compteur et d'un viseur à cadre avec disposition nouvelle ayant pour but d'amener la mise en plaque exacte même au cas d'objets rapprochés, par exemple de portraits dans l'atelier. Les diverses pièces de l'appareil sont ajustées avec des vis à métaux et toutes sont exactement calibrées et interchangeables;

l'usure des coulisses sur lesquelles circule la fente est évitée, car elle fonctionne sur une bande de drap ce qui évite la production du grippage. La tension du ressort moteur peut d'ailleurs être facilement réglée par changement d'origine de la plus petite vitesse.

1589. Appareils panoramiques. — L'appareil dénommé *al Vista* permet de prendre des vues panoramiques et en même temps d'obtenir des vues ordinaires, grâce à un système spécial et peu compliqué. Il se charge en plein jour avec des pellicules de dimension courante, et son mécanisme très simple permet d'obtenir soit des vues instantanées, soit des vues posées. L'instrument est fait en deux dimensions : l'une utilise les bobines 9×9 que l'on trouve dans le commerce ; il donne des panoramas de 9×23 et, grâce à un système d'arrêt de l'appareil, des vues de 9×11 ; l'autre uti-

Fig. 129.

lise des bobines de $10 \times 12{,}5$ et donne des vues de 12×30. L'un et l'autre sont munis d'objectifs rectilignes qui pivotent autour du point nodal d'incidence. Le même dispositif est employé dans le kodak panoramique qui utilise aussi des bobines de pellicules (*fig. 129*).

§ 4. — Accessoires divers.

1590. Pieds de chambre noire. — M. Simonnet a fait construire par la maison Balbreck une tête de pied articulée à triple mouvement donnant rapidement à tout l'appareil qu'elle supporte l'aplomb absolu dans le plan horizontal et dans le plan vertical, et l'immobilisant enfin au point voulu par un serrage puissant et d'une fixité parfaite. Cet appareil, appelé *gyrostèle*, peut s'adapter à toutes les chambres noires possédant le pas du Congrès[1]. M. Chorretier a établi, sous le nom de *sphéroïde*, une tige dont l'extrémité ayant la forme sphérique se fixe à la plateforme du pied ; un écrou à trois branches permet de produire sur la partie sphérique une pression très énergique en maintenant d'une façon rigide l'appareil qui y est fixé, quelle que soit sa position[2]. Le dispositif designé sous le nom d'*Excelsior* par M. Duchenne permet d'atteindre le même résultat[3].

Les pieds métalliques construits par M. Chorretier sont fort bien établis ;

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 251. — 2. *Ibid.*, p. 127. — 3. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1900, p. 204.

le constructeur a estimé que l'emploi de tubes d'acier était plus pratique que celui de tubes d'aluminium; on y gagne d'ailleurs en légèreté, parce que les tubes peuvent être très minces tout en étant très résistants. Le modèle appelé *Callistos* possède trois branches formées de tubes en acier, à section triangulaire, qui, rentrées, forment un bâton ayant environ 0m03 de diamètre et 0m29 de longueur; les branches développées ont 1m50 de longueur. Pour l'ouvrir, il suffit de tirer sur la branche inférieure; des ressorts fixent alors très solidement les différentes sections. Pour le fermer, en appuyant sur un seul ressort pour chaque branche, on ramène l'ensemble à 0m30. On évite l'oxydation de l'acier par le passage d'un chiffon imbibé de vaseline. La tête du pied est taillée dans un bloc massif où les branches sont encastrées solidement sans aucun jeu. Si à la longue le jeu se produisait, on pourrait le supprimer immédiatement en agissant sur une seule vis[1].

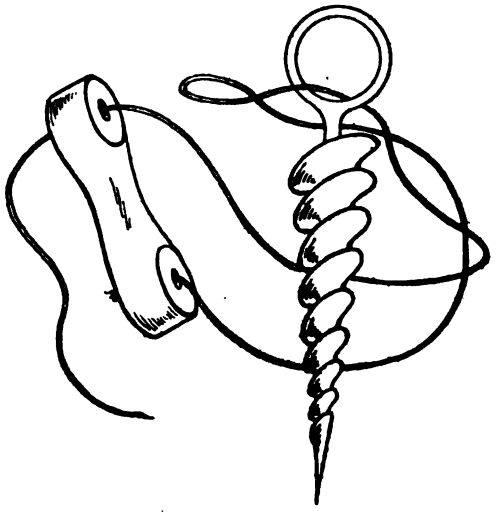


Fig. 130.

Le pied métallique dit *rotatif*, établi par M. Derogy, est du genre des pieds télescopiques; il est formé de tubes rentrant les uns dans les autres. Pour le réduire au minimum de volume, au lieu d'être obligé de presser un bouton pour faire rentrer le tube, il suffit d'imprimer un léger mouvement de rotation à la partie qu'on veut faire rentrer; le cran d'arrêt se dégage et il devient facile d'emballer le pied[2].

Les pieds légers sont susceptibles de vibrer sous l'influence du vent. On a conseille d'augmenter la stabilité de ces appareils en suspendant à la clef de tête du pied un objet pesant, tel que le sac contenant les châssis, une pierre, etc. Il vaut mieux se servir de l'instrument utilisé par les peintres et que l'on trouve dans le commerce sous le nom d'*ancre*. C'est une grande vis pointue (*fig. 130*), à l'une de ses extrémités et large d'environ

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 270. — 2. *Ibid.*, 1897, p. 196

0m025 à la huitième spire; dans l'anneau qui la termine est passée une corde fine et solide qui traverse les deux trous d'une sorte de tendeur; on fixe l'extrémité libre de la corde à la clef du pied, on enfonce la vis dans le sol et l'on tend la corde en la faisant glisser dans le tendeur, ce qui donne une grande stabilité à l'installation[1].

Certains appareils à main, tel que le kodak, ne peuvent être utilisés comme appareil sur pied sans l'emploi de supports spéciaux. Un des plus pratiques a été construit par M. Lehmann[2]. Ce support est composé de bandes articulées et agrafées de telle sorte que le kodak s'y loge et s'y fixe très facilement sans que son volume soit pour cela augmenté. Ce support est muni de pas de vis du Congrès permettant de l'adapter sur un pied, soit dans le sens de la largeur, soit dans celui de la hauteur. Le kodak peut être ouvert tout en restant dans son support.

1591. Viseurs. — M. Wallon a étudié les conditions auxquelles doit satisfaire un viseur clair pour donner exactement le champ de l'appareil auquel il est destiné. Par viseur clair on entend un système formé d'une lentille divergente et d'un œilleton à petite ouverture contre lequel l'œil vient s'appliquer; on peut d'ailleurs rattacher à ce type comme cas particuliers : 1° les viseurs formés d'un œilleton et d'un simple cadre, car le cadre vide peut être regardé comme une lentille de distance focale infinie; 2° les viseurs où deux cadres vides, semblables entre eux, inégaux et parallèles, définissent une pyramide dont l'œil occupe exactement le sommet quand il voit les deux cadres se projeter exactement l'un sur l'autre, le sommet de cette pyramide étant assimilable au centre d'un œilleton dont la position serait parfaitement déterminée.

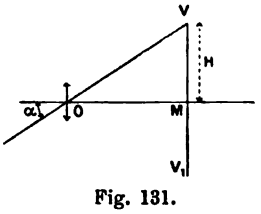


Fig. 131.

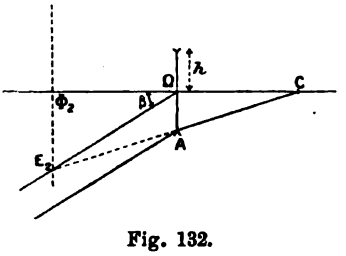


Fig. 132.

Le contour de la lentille divergente ou du cadre vide étant semblable à celui de la glace sensible et semblablement placé, on dit que l'appareil et le viseur ont même champ si l'œil, placé à l'œilleton, voit au bord extrême du plateau qu'il aperçoit à travers la lentille divergente les points dont l'image se projette au bord extrême correspondant de la glace sensible; ces points pour l'appareil sont situés sur la droite OV qui joint le centre optique de l'objectif O (*fig. 131*) au bord supérieur de la glace sensible, soit OM l'axe de l'objectif MOV $= \alpha$. Pour le viseur, les points correspondants sont placés sur le rayon dont la portion émergente joint le bord A (*fig. 132*) de la lentille divergente à l'œilleton. Soit Φ_2 le plan focal principal d'émer-

1. *The American photographer*, 8 juin 1900. — 2. *Photo-Gazette*, 1901, p. 241.

gence, soit Ω le centre optique du viseur, soit E_2 la rencontre de AE avec le plan focal principal d'émergence · la portion incidente est la parallèle menée par A à $E_2\Omega$; elle fait avec l'axe de la lentille divergente un angle β qui est égal à l'angle $E_2\Omega\Phi_2$. On a pour le viseur et pour l'appareil des champs identiques si $\alpha = \beta$. Cette condition doit être remplie dans tout viseur bien construit. Soit f la distance focale principale de l'objectif, φ celle de la lentille divergente, 2H la hauteur totale de la glace sensible, $2h$ celle de la lentille divergente, l la distance ΩC de l'œilleton à cette lentille, on a :

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{H}{f}, \qquad \operatorname{tang}\beta = \frac{E_2\Phi_2}{\varphi};$$

mais
$$\frac{E_2\Phi_2}{\varphi} = \frac{1}{\varphi}\, h\, \frac{\Phi^2 C}{\Omega C} = \frac{1}{\varphi}\, h\, \frac{\varphi + l}{l} = \frac{h}{l} + \frac{h}{\varphi}.$$

Pour que les champs soient identiques, il faut et il suffit que

$$\frac{H}{f} = \frac{l}{h} + \frac{h}{\varphi}.$$

Nous supposerons que cette relation est satisfaite, et elle peut l'être d'une infinité de manières. Pour un cadre vide, $\varphi = \infty$

$$\frac{l}{f} = \frac{h}{H}.$$

Il faut de plus que, l'objectif étant décentré, les champs soient encore identiques. Si la glace sensible vient en $V_1V'_1$ *(fig. 133)*, ce qui correspond

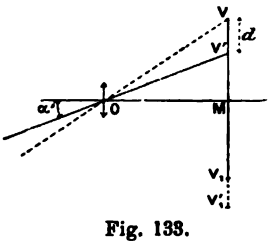


Fig. 133.

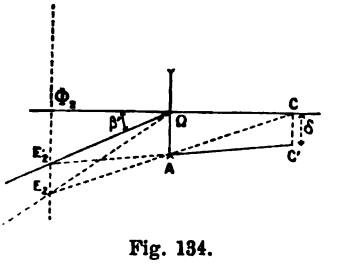


Fig. 134.

au décentrement de l'objectif, il faut que l'œilleton vienne en un point C' *(fig. 134)*; soit d le déplacement VV', soit δ celui de l'œilleton.

$$\operatorname{tang}\alpha' = \frac{H - d}{f}, \qquad \operatorname{tang}\beta' = \frac{E'_2\Phi_2}{\varphi};$$

mais
$$\frac{E'_2\Phi_2}{\varphi} = \frac{1}{\varphi}(E_2\Phi_2 - E_2E'_2) = \frac{1}{\varphi}\left(h\,\frac{\varphi + l}{l} - \delta\,\frac{\varphi}{l}\right) = \frac{h - \delta}{l} + \frac{h}{\varphi}.$$

Pour que les champs soient identiques, il faut et il suffit que

$$\frac{H - d}{f} = \frac{h - \delta}{l} + \frac{h}{\varphi};$$

mais comme $$\frac{H}{f} = \frac{h}{l} + \frac{h}{\varphi},$$

on aura comme condition $$\frac{d}{f} = \frac{\delta}{l},$$

ou $$\frac{\delta}{d} = \frac{l}{f}.$$

On réalisera cette condition en faisant mouvoir l'objectif d'une part et l'œilleton d'autre part sur deux échelles dont les divisions sont dans le rapport $\frac{f}{l}$ (viseur Belliéni). On peut adopter une disposition encore plus simple en faisant $\delta = d$; dans ce cas $l = f$, c'est-à-dire que l'écartement entre la lentille divergente et l'œilleton est exactement égal à la distance focale de l'objectif. Ce résultat est atteint en rendant la lentille divergente solidaire de l'objectif et l'œilleton solidaire de la glace sensible (viseur Gillon). Si dans ce système de viseur les dimensions de la lentille divergente sont exactement deux fois moindres que celles de la glace sensible, de sorte que l'on ait simultanément

$$l = f \qquad H = 2h.$$

la première condition se réduit à $\varphi = f$, ce qui fournit une méthode simple pour vérifier la lentille du viseur; elle doit former avec l'objectif qui lui sera associé un système afocal. On appliquera la lentille divergente sur l'objectif et l'on placera le tout devant un objectif photographique quelconque, mis au point sur une mire éloignée; la mise au point ne devra pas être sensiblement altérée par cette interposition.

Si l'on emploie un cadre vide et un œilleton avec les mêmes liaisons, les dimensions du cadre doivent être égales à celles de la glace sensible (*viseur Huilliard*). Si l'on utilise le viseur à deux cadres (*viseur Benoist*), un réglage est nécessaire chaque fois que l'on décentre l'objectif; il faut faire glisser l'un des deux cadres dans son plan, l'autre restant immobile, de façon que le sommet de la pyramide se déplace de la même quantité et dans le même sens que l'objectif.

Nous avons supposé que le viseur était monté sur une chambre à main, à tirage fixe, et que l'on n'utilisait pas les bonnettes d'approche (ce qui, en général, n'introduit qu'une correction négligeable). Il n'en est plus de même si le tirage de la chambre est variable. Supposons d'abord qu'il n'y a pas décentrement. Soit ρ_2 la distance variable de la glace à l'objectif, l_2 la distance de l'œilleton à la lentille; le champ de l'appareil est

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{H}{\rho_2}, \qquad \operatorname{tang}\beta = \frac{h}{l_2} + \frac{h}{\varphi};$$

pour que $\alpha = \beta$ il faut que $$\frac{H}{\rho_2} = \frac{l}{h} + \frac{h}{\varphi}.$$

Or, si nous voulons que, quel que soit ρ_2, l'on ait $l_2 = \rho_2$, il faut que

$$\varphi = \infty \qquad h = H.$$

Par conséquent, la condition sera satisfaite seulement avec le viseur à cadre unique ayant les dimensions mêmes de la glace sensible. Avec le viseur à deux cadres, on devra faire varier l'écartement des deux cadres d'une quantité proportionnelle à la variation du tirage de la chambre.

Dans le cas général, on calculera la valeur correspondante entre la lentille divergente et l'œilleton au moyen de la formule

$$l_2 = \rho_2 \frac{h\varphi}{H\varphi - h\rho_2}.$$

Si l'on suppose $H = 2h$ et $\varphi = f$, on peut remplacer le calcul par une construction géométrique très simple; la relation précédente devient

$$l_2 = \rho_2 \frac{f}{2f - \rho'_2};$$

$$\frac{l_2}{\rho_2} = \frac{f}{2f - \rho_2}.$$

Soit OF la distance focale de l'objectif (*fig. 135*); soient OP_2, OP_2'... les divers tirages de la chambre, le système des points O, F, P_2... constituant

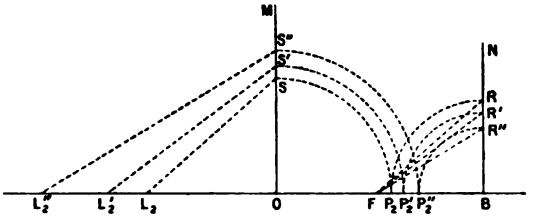


Fig. 135.

l'échelle de mise au point; en O et en B, tel que OB = 2OF, on élève sur OF deux perpendiculaires, OM, BN. On rabat sur BN en BR, BR'... les longueurs BP_2, BP'_2... On rabat sur OM en OS, OS'... les longueurs OP, OP'_2.. On joint F aux divers points R, R'... et l'on mène par S, S'... des parallèles à FR, FR'..., elles rencontrent OF en L_2, L'_2... La longueur $O'L_2$ représente l'écartement qu'il faut donner au viseur quand le tirage de la chambre est OP'_2; le système des points O, L_2, L'_2... n'est autre que l'échelle des tirages du viseur.

Dans le cas d'une chambre à tirage variable et à décentrement d'objectif, on donne à l'objectif un déplacement latéral égal à d et à l'œilleton dans son plan, un déplacement δ tel que les deux champs restent identiques; il faut que

$$\frac{H - d}{\rho_2} = \frac{h - \delta}{l_2} + \frac{h}{\varphi};$$

et comme l'on a toujours

$$\frac{H}{\rho_2} = \frac{\delta}{l_2} + \frac{h}{\varphi},$$

il reste $$\frac{d}{\rho_2} = \frac{\delta}{l_2};$$

$$\frac{\delta}{d} = \frac{l_2}{\rho_2} = \frac{h\varphi}{H\varphi - h\rho_2};$$

δ dépend donc de deux variables d et ρ_2, décentrement de l'objectif et tirage de la chambre. Après avoir établi les échelles de tirage de la chambre et du viseur, on peut calculer ou construire δ en fonction de d. Si l'on se borne à une seule valeur de d, par exemple la valeur maximum, on a une solution relativement satisfaisante; il n'y en a pas si l'on veut que d varie d'une façon continue. Dans le viseur Huilliard, les deux champs restent, dans tous les cas et sans aucun réglage temporaire, identiques entre eux. C'est le seul type de viseur qui, de façon automatique et dans tous les cas, donne exactement le même champ que l'appareil. Si même on vient à changer l'objectif monté sur la chambre, et qu'on puisse mettre le cadre à l'aplomb du point nodal d'émergence, les deux champs seront encore identiques. Ce viseur s'applique facilement aux chambres à main (voir *fig. 136*).

Avec le viseur à deux cadres, le décentrement de l'objectif, dans un appareil à mise au point variable, rendra nécessaire un déplacement du cadre mobile, suivant une direction perpendiculaire à l'axe de l'appareil; mais ce déplacement sera dans un rapport constant avec celui de l'objectif, quel que soit le tirage de la chambre. On pourra donc faire varier de façon continue le décentrement de l'objectif sans compliquer le réglage; mais ce système de viseur n'est pas sans causer quelque fatigue à l'œil qui doit être accomodé pour une faible distance lorsqu'il s'agit de superposer les deux cadres, et pour une grande distance quand on veut voir les objets compris dans le champ[1].

Les viseurs qui ont été établis sont, en général, bien loin de satisfaire aux conditions que nous avons énumérées; le plus souvent, ils servent uniquement à faire la mise au centre du sujet principal; certains de ces appareils présentent des particularités intéressantes.

M. Benoist a fait construire par M. Krauss un viseur stadimétrique, universel et absolu, présentant à l'œil de l'opérateur la vue directe, exactement limitée, du sujet à photographier; vue absolument identique à l'image formée au même instant par l'objectif sur la plaque sensible. Il réalise cette identité dans toutes les conditions d'emploi de l'objectif. Il donne instantanément la distance du sujet sous une forme qui permet d'effectuer la mise au point immédiatement sans aucun calcul ni usage d'aucune table numérique. Il remplace donc le verre dépoli; son emploi est surtout précieux avec les objectifs à long foyer.

MM. Bausch et Lomb construisent, sous le nom d'*Iconoscopes*, trois séries de viseurs, chaque série comportant huit foyers différents. Chaque iconoscope possède un diaphragme sur pivot placé sous le fond de la boîte métallique qui porte l'appareil. Ce diaphragme permet de diminuer le champ de l'image quand on veut faire usage d'un objectif de foyer plus long que celui pour lequel l'iconoscope a été établi. Ce viseur a été constitué par une

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 123.

lentille plan concave et un prisme ; on examine le sujet à travers cet ensemble, et l'image du sujet paraît très brillante, ne fatigue pas les yeux, n'est pas renversée, chaque objet apparaît dans son vrai sens ; cet appareil peut être fixé à toutes les chambres noires.

Le viseur de M. Gillon[1] présente ce caractère particulier que, lorsqu'on use du décentrement de l'objectif, le viseur donne toujours, sans que l'on ait besoin de toucher à l'œilleton, le champ exact de l'appareil. Le décentrement se fait par la glace sensible elle-même, qui se déplace dans son plan, avec le magasin où elle est enfermée. L'œilleton est solidaire de ce magasin, par rapport auquel il occupe une position fixe, telle que, quand le décentrement est nul, la ligne qui le joint au centre du viseur soit parallèle à l'axe de l'objectif. La lentille divergente est solidaire de celui-ci ; l'instrument est d'ailleurs établi conformément aux indications théoriques signalées plus haut.

Dans le viseur Belliéni fonctionnant avec le décentrement de l'objectif se trouve un accessoire permettant de tenir l'appareil horizontal quand on fait la visée à hauteur de l'œil. La barre supérieure du cadre du viseur est munie en son milieu d'une aiguille en acier trempé suspendue par son extrémité à une double boucle qui lui donne une mobilité parfaite dans tous les sens. Cette aiguille passe au centre de la lentille concave et est parallèle au trait vertical du réticule ; elle oscille librement dans un trou d'un diamètre convenablement choisi pour que la verticalité de l'appareil soit assurée avec une précision suffisante dans la pratique courante. Il suffit donc de regarder le viseur par l'ouverture de l'œilleton ; si l'aiguille est immobile, on déplace l'appareil jusqu'à ce qu'elle remue. On peut alors faire la visée, l'horizontalité est acquise ; ceci pour les vues faites dans le sens de la largeur de la plaque. Quand on opère dans le sens de la hauteur, on doit observer un perpendicule métallique fixé sur le côté du viseur[2].

M. le Dr Lischke a fait breveter deux modèles de viseurs qui présentent certains avantages. L'organe essentiel de ces instruments est un niveau à bulle d'air au-dessus duquel est un petit miroir incliné. Pour le premier modèle, la ligne de visée est définie par une encoche que porte le miroir et par une pointe placée en avant. Le second modèle comporte, en outre, une lentille concave destinée à encadrer l'image et munie d'un réticule dont le centre forme, avec une pointe montée sur le miroir, la ligne de mire. Les divers éléments prennent automatiquement, quand on arrive au crochet d'arrêt, leur place normale, et, par la seule visée, on amène l'appareil à une position correcte. En vue de faciliter l'opération, le point central du niveau a été noirci[3].

Beaucoup d'opérateurs préférant faire la visée du sujet à hauteur de la poitrine, M. Gaumont a établi un dispositif spécial se composant d'une petite glace pouvant prendre trois positions : elle peut former un angle de 45° avec la lentille du viseur pour permettre la visée à hauteur de la poitrine ; elle peut se rabattre en arrière pour permettre la visée directe à hauteur des yeux ; enfin, elle peut se rabattre en avant avec le viseur pour placer l'appareil dans le sac.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 89. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 217. — 3. *Photo-Gazette*, 1901, p. 141.

Le viseur de M. Huilliard est composé d'un œilleton et d'un cadre; l'œilleton, qui peut se rabattre sur la chambre (*fig. 136*), est dans le plan de la glace dépolie et a une hauteur fixe; au contraire, le cadre qui limite le champ de la visée est solidaire de la planchette de l'objectif et la suit dans tous ses mouvements de décentrement ou de tirage variable. Ce cadre, qui est de la dimension de la plaque, est situé dans le plan des diaphragmes; son axe est à la hauteur de celui

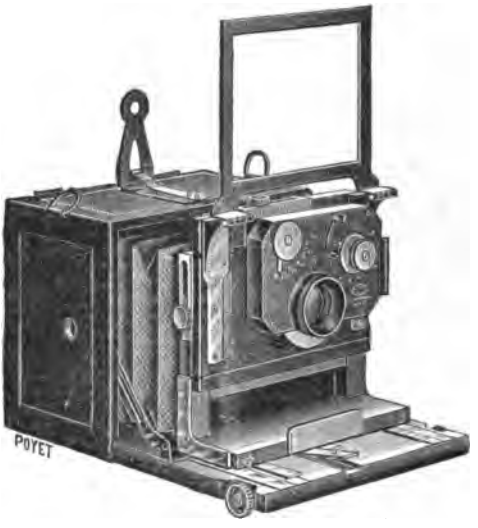


Fig. 136.

de l'œilleton quand l'objectif est au centre de la plaque, il se rabat à l'intérieur de l'appareil (*fig. 137*) et est à l'abri des chocs quand on transporte celui-ci[1].

Dans ce viseur à cadre, la ligne de visée et l'axe de l'objectif sont parallèles. On suppose que leur écartement est négligeable par rapport à la distance du modèle, ce qui est presque toujours exact; mais, quand on photographie des objets rapprochés, cette approximation n'est plus acceptable et donne lieu à des erreurs de mise en plaque. On évite ces erreurs avec le nouveau dispositif adopté par M. Sigriste. Dans ce viseur, les deux lignes se coupent non plus à l'infini, mais dans le plan même où se trouve le modèle. A cet effet, la ligne de visée est définie par deux petites ouvertures dont l'une est maintenue

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 173.

à poste fixe au centre du cadre, tandis que l'autre peut se déplacer suivant la verticale; elle est percée au centre d'un guidon mobile dans une glissière divisée. De son côté, le cadre peut glisser parallèlement à lui-même, le long d'une lame portant également une division tracée d'une manière précise. Si, par exemple, on veut photographier un objet placé à 3 mètres, on amène d'une part le cadre, d'autre part l'index dont est muni le guidon sur les traits portant le chiffre 3. Dans ces conditions, l'opérateur, appuyant l'appareil contre le menton et le dirigeant de telle sorte qu'un rayon lumineux puisse parvenir à

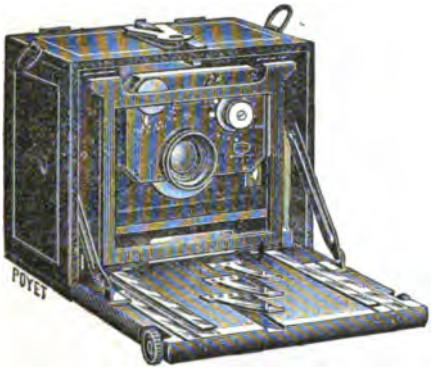


Fig. 137.

son œil à travers les deux ouvertures, voit, exactement limité par le cadre vide, le champ correspondant à la plaque sensible.

Ce viseur est construit en acier trempé : les deux parties qui le constituent se rabattent l'une sur l'autre contre la paroi supérieure de la chambre; un simple mouvement de glissement suffit à les maintenir ou à les libérer.

Presque tous les bons constructeurs ont établi pour les appareils à main des viseurs à décentrement. Dans les appareils de M. Belliéni, de M. Gaumont, dans ceux de M. Mackenstein, les changements nécessaires pour une bonne mise en plaque se font tout aussi vite que le décentrement de la planchette porte-objectif, soit que l'on prenne une vue en largeur, en hauteur, ou que l'on vise de côté.

1592. Stadimètre. — M. Gaumont a fait construire un stadimètre à prisme permettant d'évaluer les distances rapidement et avec exactitude, ce qui est indispensable pour une bonne mise au point des appareils à main. Cet appareil se compose d'un verre prismatique produisant une déviation des objets dont la tangente angulaire est d'environ 0^m07 à 0^m08; d'une loupe

Stanhope portant l'image microphotographique d'un homme debout, divisé par des traits horizontaux, équidistants, aux extrémités desquels se lisent des chiffres indiquant des distances en mètres; d'un support métallique percé d'une fenêtre pour le logement du prisme et d'un trou pour l'adaptation de la loupe Stanhope; d'une mire en papier entoilé, pliable, portant des traits équidisdants dont l'écartement correspond à une variation de distance de 0m20.

Si l'opérateur, visant un objet, met la tranche découverte du prisme sur la direction qui joint cet objet à son œil, il voit deux images de l'objet : l'une directement à travers la partie gauche de la fenêtre, l'autre déviée vers le bas à travers le verre prismatique.

L'angle de déviation du prisme restant constant, les deux images paraissent d'autant plus écartées l'une de l'autre que l'éloignement de l'objet est plus grand. Connaissant l'écartement vertical de deux images et la tangente de l'angle de déviation du prisme, on est fixé sur la distance qui sépare le stadimètre de l'objet. La mire est construite de telle sorte que cette connaissance se trouve donnée à vue.

1593. Châssis à rouleaux. — M. Mackenstein a établi des châssis à rouleaux destinés principalement aux appareils à main. Ils

Fig. 138.

permettent l'emploi de nouvelles bobines cartouches se chargeant en plein jour; ils sont munis d'un perforateur automatique qui permet de séparer avant le développement chaque négatif, afin de pouvoir développer selon la pose reçue. Ces châssis (*fig. 138*), munis d'un compteur automatique, ont été spécialement établis pour les jumelles sur lesquelles ils s'adaptent sans aucun changement; on peut aussi les ajouter à peu de frais sur tout appareil du même format.

1594. Loupe de mise au point. — M. Krauss a établi, d'après les calculs de M. Ginsberg, une loupe achromatique destinée à faci-

liter l'opération de la mise au point. Cette loupe (*fig. 139*) se compose d'un ménisque divergent et d'une lentille biconvexe : les courbes ont été calculées en supposant le ménisque tourné du côté de l'observateur; dans ces conditions et pour la fraction moyenne de l'œil, la distorsion se trouve complètement supprimée, d'où le nom de loupe apodistortique, c'est-à-dire exempte de distorsion. D'autre part, l'épais-

Fig. 139.

seur du système étant réduite au minimum et les espèces de verre étant choisies aussi transparentes que possible, la clarté de l'image, plane et anastigmatique, se trouve sensiblement augmentée.

1595. Châssis-magasin. — M. Lecourt a établi un chargeur pour appareils magasin à tiroir. Ce chargeur se compose d'une boîte en bois ou en métal de la dimension d'une boîte à plaques ordinaire; il renferme

Fig. 140.

les plaques neuves dans leur porte-plaques; un volet à coulisse ferme la partie supérieure. Une des parois *a* est mobile (*fig. 140*) et des verrous permettent de la fixer au reste de la boîte ou de l'en dégager. Lorsque cette paroi est séparée du reste de la boîte, celle-ci représente exactement le cadre d'entraînement des plaques dans les magasins à tiroir. Pour se servir de ce chargeur, on l'introduit dans le tiroir du magasin, tiroir dont on a supprimé la traverse qui forme le cadre entraînant toutes les plaques moins une (*fig. 141*). En poussant les verrous, on dégage la paroi mobile du chargeur et, du même coup, on la fixe sur le magasin lui-même; on retire le volet coulisse. Pour le changement des plaques, lorsqu'on tire le tiroir,

le chargeur se trouve entraîné à l'intérieur de ce tiroir et fait fonction du cadre d'entraînement des magasins ordinaires. Pour renouveler le chargement de plaques, on retire le chargeur après avoir remis le volet à coulisse et repoussé les verrous et on le remplace par un autre.

M. Ducos du Hauron a fait établir un appareil, appelé le *Sinnox*, permettant le chargement et le déchargement des châssis-magasins à plaques en pleine lumière. Il fait un emballage spécial pour douze plaques : il suffit de placer dans l'appareil la boîte telle qu'on vient de l'acheter chez le marchand. Quand les douze plaques sont exposées, elles se trouvent réemballées dans la même boîte, qu'il n'y a qu'à sortir du tiroir de l'appareil pour la remplacer par une autre.

Les boîtes sont formées de deux parties coulissant l'une dans l'autre comme un étui à cigares; mais la partie qui coulisse à l'intérieur de l'autre

Fig. 141.

présente sur un de ses côtés une ouverture de la dimension d'une plaque. Chaque plaque est séparée de sa voisine par un papier noir sur lequel elle est collée. Les douze papiers sont fixés en haut de la partie intérieure; en bas, ils dépassent légèrement la plaque et sont doublés en épaisseur pour être plus solides. Si, au moyen d'une épingle, on traversait toute la boîte de manière à transpercer tous les papiers à leur partie inférieure et qu'ensuite on tire sur les deux parties de l'étui, toutes les plaques se détacheraient de la partie supérieure pour accompagner dans sa course la partie inférieure de l'étui. Or, on a eu soin de couper les papiers à leur extrémité inférieure de façon à ce qu'ils se recouvrent en escalier, c'est-à-dire la première plaque laissant environ un centimètre non recouvert par les onze autres, la deuxième plaque laissant environ deux centimètres, le reste étant recouvert par les dix autres, et ainsi de suite. Par suite de cette disposition, on peut entraîner plus ou moins de plaques suivant l'endroit où l'on piquera l'épingle.

En pratique, les boîtes se placent dans un tiroir ménagé dans l'appareil pour les recevoir, et elles sont pourvues en haut d'un petit bord en carton qui maintient fixe la partie intérieure quand on tire le tiroir. Celui-ci porte une série de trous placés les uns à côté des autres, dans lesquels on peut enfoncer une aiguille pourvue d'une tête en bois et attachée à une chaî-

nette de l'appareil. Les choses sont disposées de façon que par le trou n° 1 on entraîne seulement une feuille de papier noir qui masquait la première plaque; par le trou n° 2, on entraîne le papier qui porte la plaque n° 1 qui vient de poser et, en ouvrant le tiroir, on démasque la plaque n° 2; ainsi de suite, les plaques posées revenant chaque fois se mettre à leur place quand on referme le tiroir. Si l'on n'a utilisé qu'une, deux ou trois plaques, on peut toujours retirer la boîte de l'appareil et procéder au développement des plaques posées, puis remettre la boîte en place pour utiliser le reste.

Un dispositif spécial permet à l'objectif de se déplacer automatiquement de l'épaisseur d'une plaque chaque fois qu'on manœuvre le tiroir, afin qu'il soit toujours au point pour la plaque qui pose. On peut aussi employer des plaques de marque quelconque, car l'appareil est livré avec une boîte munie de petits châssis métalliques disposés de façon à remplacer les papiers qui supportent les plaques dans les boîtes préparées d'avance[1].

Il est possible d'effectuer une mise au point tout en utilisant un appareil à magasin à foyer fixe. On retire d'abord tous les porte-plaques, on ouvre l'obturateur, et on remplace les porte-plaques par un cadre à jour d'une épaisseur quelconque, plus ou moins grande, suivant que le sujet est plus ou moins rapproché; sur la partie arrière de ce cadre, on applique un verre dépoli. On fait ensuite la mise au point en s'approchant plus ou moins du sujet, jusqu'à ce qu'il soit net sur le verre dépoli. Il ne reste plus qu'à remplacer celui-ci par une plaque sensible et à opérer comme d'habitude. M. Thierry, qui a recommandé ce procédé, conseille d'établir plusieurs cadres d'épaisseurs différentes sur chacun desquels on indiquera la distance à laquelle on doit opérer; par ce moyen, on peut se passer de bonnette d'approche, et il n'est plus utile de faire la mise au point; il suffit d'examiner l'image soit dans le viseur dont on a réduit les dimensions par application d'une couche en papier noir de grandeur convenable, soit sur la glace dépolie, si la disposition de l'appareil le permet.

1596. Ocrage des plaques. — M. Huilliard[2] a fait construire par M. Gilles une presse servant à maintenir la plaque sensible quand on étend et que l'on retire la couche d'ocre dans l'emploi des anti-halo. Elle remplace avantageusement le modèle courant des presses à polir, dont elle diffère par plusieurs détails de construction très importants. Les deux parties de bois qui prolongent les deux grands côtés de la plaque maintenue dans la presse sont beaucoup plus larges que dans le modèle usuel; on ne risque donc pas de mettre de l'ocre sur la poignée, sur la vis et sur le restant de la presse. Les feuillures sur lesquelles reposent la plaque et, par conséquent, la couche sensible n'ont qu'un ou deux millimètres de largeur et, comme profondeur, l'épaisseur courante des plaques sensibles. Immédiatement au-dessous des feuillures, le bois est coupé à 45°, ce qui évite de salir les bords de la couche sensible pendant les manipulations. La vis est maintenue par un verrou qui permet de démonter la presse et facilite ainsi son nettoyage. Cet appareil, d'un emploi très pratique, permet d'enlever rapidement et proprement la couche d'ocre après la pose.

1. *Photo-Gazette*, 1901, p. 221. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 180.

M. Reeb a imaginé une étuve destinée au séchage rapide de plaques ocrées[1]. L'appareil construit par M. Demaria consiste en une boîte de tôle en forme de parallélipipède, qui s'ouvre et se ferme au moyen d'une porte à glissière également en tôle à frottement doux, mais à recouvrement suffisant pour éviter toute infiltration de lumière. Le fond est à triple paroi convenablement espacée en forme de chicane pour permettre l'introduction de l'air sans entrée de lumière. La même disposition se retrouve à la partie supérieure, mais en sens inverse, de sorte que l'air sort de la boîte après l'avoir traversé dans toute sa longueur. Une cheminée qui surmonte le tout facilite le tirage, qui peut d'ailleurs être activé à l'aide d'une veilleuse placée dans la cheminée même à une place ménagée pour cela; le fond peut être légèrement chauffé par le même moyen. Le séchage se fait vite et régulièrement. Cette étuve peut aussi servir à sécher toute autre préparation sensible, telle que plaques orthochromatiques au trempé, etc.

1597. Ecrans colorés. — M. Villain a indiqué un bon procédé permettant de vérifier ou de contrôler la coloration des écrans employés en photographie. Le procédé consiste à utiliser une chambre noire stéréoscopique; on dévisse les lentilles des objectifs, on les remplace par les écrans colorés: en examinant sous le voile noir les écrans colorés, on perçoit les plus petites différences de teinte. S'il s'agit de solutions colorées, on les place dans deux tubes fixés à un carton muni de petites fenêtres; le tout est disposé à la place de la glace dépolie et l'on regarde par l'ouverture de la planchette porte-objectif.

M. C. W. Butcher and Son contruisent un accessoire fort utile pour la photographie des paysages; c'est un écran pelliculaire jaune dont la coloration se dégrade du jaune clair au blanc; un système d'attache permet d'adapter cet écran devant l'objectif et des glissières permettent d'élever ou d'abaisser l'écran suivant les besoins. La partie la plus foncée étant dirigée vers le haut, la lumière envoyée par le ciel et les nuages se trouve notablement atténuée, tandis que la lumière envoyée par le terrain et les premiers plans n'est pas sensiblement diminuée. On peut donc obtenir avec leurs valeurs relatives exactes l'image correcte d'un ciel nuageux et celle des lointains, en même temps que celle du paysage pour lequel le temps de pose n'aura pas dû être augmenté.

L'emploi des écrans colorés est indispensable dans la photographie des couleurs et dans la photographie monochrome avec certaines plaques orthochromatiques. Ces écrans peuvent être constitués soit par des verres colorés à face rigoureusement parallèle, soit par des pellicules de gélatine ou collodion, soit enfin par des liquides colorés contenus dans des cuvettes de verre à face parallèle. Ces écrans se placent soit devant l'objectif, soit devant la plaque sensible, au contact de celle-ci. Ce dernier dispositif, surtout lorsqu'on emploie des pellicules libres ou emprisonnées entre deux glaces, fournit de bons résultats. La fabrication de grandes plaques colorées présente de sérieuses difficultés dans les grandes dimensions (24×30 et au-dessus).

La maison Voigtlaender a fait établir pour la photographie en couleur des

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 395.

écrans colorés dans la masse du verre (rouge, vert et violet) de teinte parfaitement homogène, de durée de conservation illimitée, à la condition de ne pas les exposer à une trop vive lumière. L'emploi de ces écrans permet d'obtenir une bonne sélection des couleurs, sans exagération dans la durée des temps de pose; ils sont particulièrement utiles pour la reproduction des paysages et des sujets à opposition. L'on peut produire des négatifs instantanés très modelés en utilisant les écrans de teinte claire et un objectif diaphragmé de 1 : 6 à 1 : 8.

L'on peut établir facilement des écrans colorés par trempage d'une mince pellicule de gélatine dans une solution colorante appropriée. C'est surtout pour les procédés trichrome que l'on opère par ce moyen en choisissant convenablement la matière colorante d'après la nature du sujet à reproduire et d'après le mode d'impression adopté.

Quand on est obligé d'opérer par un temps sombre, l'emploi d'écrans jaunes et de plaques orthochromatiques permet d'obtenir des résultats

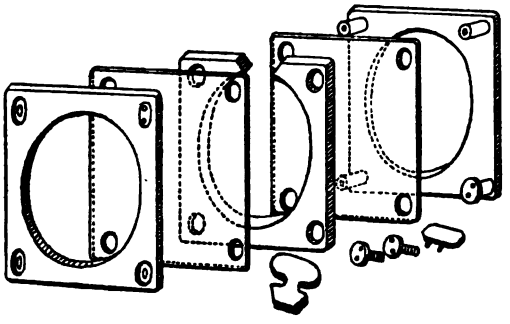


Fig. 142.

supérieurs à ceux que l'on obtiendrait en utilisant les plaques ordinaires. Les détails dans les verdures sont nettement indiqués, les distances sont rendues plus sensibles. Une phototypie prise avec un écran foncé et un ciel obscur peut, par ce moyen, présenter l'aspect d'une image obtenue par une bonne lumière diffuse. Pour la photographie des nuages, on utilise un écran de teinte foncée et des plaques orthochromatiques peu rapides.

Les cuves à faces parallèles sont utilisées pour contenir divers liquides; elles sont établies avec des glaces incolores à faces planes et parallèles. La planéité des faces est trop souvent détruite par un serrage exagéré de la monture.

M. Calmels a fait breveter un système de cuves pouvant être utilisé avec les diverses solutions alcooliques qui détériorent rapidement les mastics servant au collage des verres. L'appareil se compose essentiellement de deux lames de glace appliquées de chaque côté d'une pièce élastique en caoutchouc-gélatine présentant en son centre une ouverture circulaire (*fig. 142*). Une échancrure ménagée dans l'une des parois constituera, après montage, l'orifice d'introduction des liquides et sera obturé par un bouchon de même substance. L'écartement de ces deux glaces est maintenu constant et leur parallélisme assuré par une monture métallique formée de

deux joues réunies par une vis. Aux quatre coins de l'une de ces joues sont rivés quatre piliers dont les sections libres sont dans un même plan parallèle au plan de leurs bases; les glaces et la pièce élastique intermédiaire s'engagent sur ces piliers par des ouvertures ménagées en position convenable. L'épaisseur de ces trois pièces réunies est légèrement supérieure à la hauteur commune des piliers. On rapporte sur le tout la seconde joue métallique que l'on amène à l'affleurement des piliers en serrant à fond quatre vis sur ceux-ci. La pièce élastique ainsi comprimée assure à la cuve une étanchéité absolue; les deux glaces serrées entre deux joues parallèles sont astreintes à se placer parallèlement. On peut d'ailleurs établir des cuves à deux compartiments pour permettre un meilleur isolement d'un groupe déterminé de radiations. Pour chacune des diverses solutions colorées, on peut faire usage d'une pièce élastique différente si l'on craint que la légère porosité de ces pièces ne puisse provoquer des mélanges des diverses solutions.

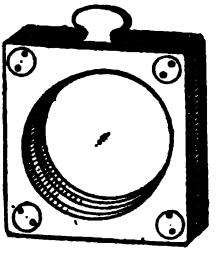


Fig. 143.

On peut employer ces cuves (*fig. 143*) soit derrière l'objectif en utilisant un châssis spécial, soit à l'avant; dans ce cas, on les monte sur le parasoleil au moyen d'un collier fixé à l'une des joues[1].

1598. Appareils pour déterminer la durée des temps de pose. — De nombreux appareils ont été construits pour la détermination des temps de pose. Enjalbert[2] a établi en 1887, pour le procédé au gélatino-

2. *Ibid.*, 1887, p. 129.

bromure, un appareil qu'il a appelé *Actinoscope* et à l'aide duquel on peut lire immédiatement le temps de pose nécessité par un sujet à photographier lorsqu'on connaît : 1° le jour de l'année, l'heure, l'état du ciel; 2° l'ouverture de l'objectif exprimée en fonction du foyer; 3° la nature du sujet à photographier; 4° la rapidité de la plaque que l'on emploie. La forme extérieure et le volume de cet instrument sont ceux d'une montre de dimension moyenne; trois cadrans superposés concentriquement permettent de lire le temps de pose tout aussi vite que s'il s'agissait de remettre à l'heure une montre ordinaire. Le premier cadran porte trois ouvertures : la première et la plus petite permettent de lire la date de l'année; la seconde donne le diamètre relatif de l'objectif; on lit le temps de pose sur le troisième cadran

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 219.

dont les chiffres sont visibles à travers une ouverture. Le second cadran ne contient que l'indication du mois de l'année et une ouverture en forme de secteur permettant de lire sur le troisième cadran. Ce troisième cadran contient l'énumération des diverses ouvertures relatives des objectifs et sur

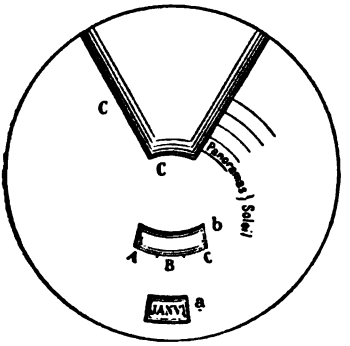


Fig. 144.

le même secteur les temps de pose correspondants aux sujets les plus usuels : panoramas, paysages avec monuments, etc. Ces trois cadres superposés concentriquement sont mobiles autour de leur centre. Pour faire une

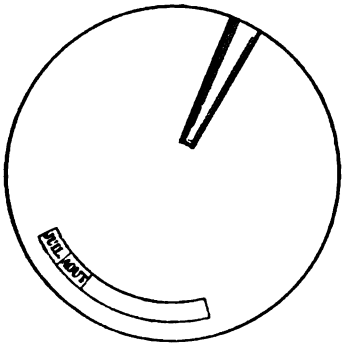


Fig. 145.

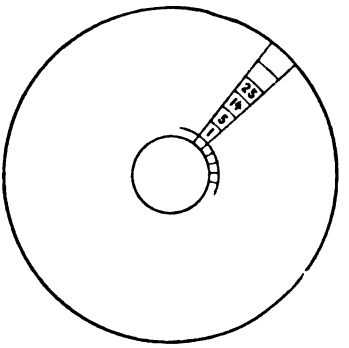


Fig. 146.

lecture à l'aide de cet instrument, on amène le nom du mois de l'année en face de l'ouverture *a*; on amène le chiffre indiquant le diamètre relatif de l'objectif en face de l'ouverture *b*; on lit immédiatement en face de la désignation du sujet à reproduire le temps de pose nécessaire (*fig. 144 à 146*). Cet appareil constitue une vraie table photométrique portative; elle est d'ailleurs assez complète pour répondre à la majorité des cas qui peuvent se présenter. De très nombreuses imitations de cet appareil ont été répandues dans le commerce.

Le pose-mètre infaillible de Wyne[1] est un instrument du même genre ayant la dimension et la forme d'une montre d'homme. Une portion du cadran est constituée par un actinomètre déterminant le pouvoir actinique de la lumière par le temps nécessaire pour qu'une bande centrale de papier sensible se colore au degré de teintes fixes placées à ses côtés. Une nouvelle surface de papier blanc apparaît en tournant en sens inverse les deux bords molletés de l'instrument. Le verre, mobile dans sa rainure, porte un obturateur soustrayant ou exposant l'actinomètre à l'action de la lumière au gré de l'opérateur. Un tableau de rapidité des plaques de marques françaises et étrangères accompagne chaque instrument. Ces numéros de rapidité représentent l'ouverture du diaphragme à travers laquelle la plaque serait correctement impressionnée pendant le temps que mettrait l'actinomètre à se colorer à la nuance des teintes fixes. L'appareil met simultanément en jeu : 1° l'intensité de la lumière au moment de l'opération; 2° la qualité de cette

Fig. 147.

lumière, souvent jaune ou rouge; 3° la quantité qu'en laisse passer le diaphragme; 4° la rapidité ou sensibilité de la plaque soumise à l'action de la lumière dans la chambre noire. La durée du temps de pose peut donc être déterminée sans aucun calcul; il suffit de faire une simple lecture (*fig. 148*).

1599. Appareils pour déterminer la sensibilité des plaques. — M. Marion a établi un petit châssis pour l'essai des plaques et des papiers destinés à l'impression par développement. Ce châssis (*fig. 148*) est entièrement recouvert par un volet consistant en six planchettes parallèles dont chacune s'ouvre indépendamment des autres en démasquant une bande de la surface sensible sur une planche ou sur toute la largeur du châssis. On place les surfaces sensibles à essayer dans le châssis-presse, le côté sensible tourné vers les planchettes à coulisse, et on expose à la lumière artificielle. On obtient ainsi par comparaison la durée d'exposition nécessaire pour les papiers ou plaques dont on veut se servir. En plaçant dans chacune des ouvertures des écrans colorés, on constate la sensibilité des plaques orthochromatiques pour différentes radiations[2].

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 271. — 2. *Ibid.*, 1900, p. 271.

Un appareil du même genre, très employé en Angleterre, est connu sous le nom de *Chapman Jones plate taster*. Il permet de déterminer la rapidité de la plaque, la facilité de son maniement, le grain de la couche d'émulsion, la nocuité ou l'innocuité de la lumière employée au développement, la sensibilité aux couleurs, la qualité des écrans par rapport aux plaques employées, l'efficacité de l'anti-halo, les développateurs et leurs effets variés, les renforçateurs et affaiblisseurs, leur mode d'action ou gradation.

La partie essentielle de l'appareil est un écran contenant :

1° Une série de vingt-cinq carrés de densités graduées et numérotés de 1 à 25, mais de telle sorte que chaque teinte plus opaque soit immédiatement à côté de la teinte avec laquelle elle doit être comparée. C'est ainsi que le n° 5 de la première colonne est placé à côté du n° 6 de la deuxième colonne et non pas à côté du n° 10.

Fig. 148.

2° Une série de quatre petits carrés colorés et un rectangle coloré en gris n° de 1 à 5, tous les cinq étant à peu près de même luminosité et formant ce qu'on appelle en Angleterre un sensitocolorimètre d'Abney.

3° Une série de quatre couleurs pures spéciales représentant chacune une portion définie du spectre. Le carré n° 6 transmet toute la lumière à laquelle les plaques ordinaires sont généralement sensibles; le n° 7 transmet le vert auquel les plaques orthochromatiques sont sensibles en sus de la sensibilité des plaques ordinaires. Le premier rouge transmet seulement le rouge auquel quelques plaques orthochromatiques sont sensibles lorsque le rouge extrême est encore réservé pour l'éclairage convenable du laboratoire; enfin, le dernier carré rouge transmet seulement les rayons au delà de C. Ces quatre cases divisent donc le spectre en quatre portions définies.

Enfin, le carré dans l'angle droit inférieur est occupé par un négatif linéaire sur lequel est superposé un négatif pour la demi-teinte d'après un relief en plâtre et qui peut servir à indiquer le halo, les erreurs de pose, et complète en un mot l'écran.

Pour faire les essais dans lesquels la couleur ne joue aucun rôle, on emploie une bougie étalon; mais, pour les essais de couleur, la lumière du jour est indispensable.

Les essais de rapidité d'une plaque se font en l'exposant derrière l'écran à la lumière de la bougie étalon pendant un temps donné. La pose doit être suffisante pour permettre à presque tous les numéros de l'échelle graduée d'être visible au développement. Pour les travaux qui nécessitent des images très détaillées dans les ombres, on examinera surtout quel est le

dernier numéro qui paraît. La facilité de maniement de la plaque, sa propriété de donner une grande variété de demi-teinte se voit immédiatement à la seule inspection des carrés gradués.

L'*innocuité* de la lumière employée se reconnaît à l'inspection des carrés 6 et 9.

La détermination de la sensibilité aux couleurs se fait en plaçant la plaque à essayer au contact de l'écran dans un châssis *négatif*. On dispose le tout dans la chambre noire munie de son objectif qui a été préalablement mis au point sur une feuille de papier blanc; cette feuille de papier doit être éclairée également par la lumière du jour. Si la plaque est également sensible aux trois couleurs de l'écran et si l'écran coloré a été bien choisi, les quatre cases seront de même intensité sur la plaque.

Le mode d'action des *écrans colorés* doit être déterminé de la même façon.

Dans tous ces essais, il convient d'éviter la surexposition aussi bien que le manque de pose.

L'efficacité des substances employées comme anti-halo de plaques peut être compareé en observant la diffusion des lignes avec les mêmes plaques, le même développateur et la même durée de pose. On modifie à chaque essai la nature de l'enduit anti-halo.

L'action des bains développateurs, réducteurs, renforçateurs, etc., est déterminée en faisant un certain nombre d'essais dans les mêmes conditions d'éclairage et de durée de pose. On soumet ensuite à l'action des divers agents à essayer les plaques ainsi exposées[1].

M. le commandant Houdaille emploie un appareil très simple pour mesurer les trois propriétés principales d'une émulsion et d'un révélateur; ces propriétés sont : 1° la faculté de percevoir des détails très faiblement éclairés, ce que l'on apprécie dans le commerce d'après le degré du sensitomètre Warnerke; 2° la faculté de fournir une intensité fixée d'avance pour une exposition plus ou moins prolongée : c'est la méthode préconisée par le Congrès de 1889; 3° la rapidité plus ou moins grande des opérations du développement.

Ces trois quantités peuvent être mesurées très approximativement en une seule opération à l'aide d'un appareil très simple qui consiste en un châssis 6,5 × 9 muni d'un verre teinté, d'un cache et d'une lamelle à coulisse. On peut ainsi, sur la même plaque, avoir huit durées d'exposition différentes qui correspondent à

8	bougies-mètres-secondes	et	$\frac{8}{100}$	de B. M. S.
4	—	—	$\frac{4}{100}$	—
2	—	—	$\frac{2}{100}$	—
1	—	—	$\frac{1}{100}$	—

Il est clair que si l'on distingue sur le négatif les disques ayant posé

1. *The Photogram*, 1900.

0,04 B. M. S., la sensibilité de la plaque sera mesurée par une quantité de lumière inférieure à ce chiffre. (Voir **B**, p, **225**.) On peut obtenir une évaluation exacte en divisant l'un par l'autre les temps d'apparition de deux images ayant posé l'une 4 B. M. S. et l'autre 0,04 B. M. S. En se reportant à un tableau imprimé sur la lamelle, on lit en regard la quantité de millièmes de bougie-mètre-seconde qui représente la sensibilité. D'autre part, la plaque étant séchée, il est facile de se rendre compte du numéro du disque qui a une opacité égale à celle de la teinte type. Il suffit de superposer la partie non impressionnée du négatif avec la teinte et de comparer les opacités. On tient compte ainsi de la teinte de fond de l'émulsion, qui est loin d'être négligeable.

En notant le temps d'apparition du disque qui fournit l'opacité cherchée, on obtient la durée normale d'apparition pour le révélateur employé. On peut, à l'aide de cet appareil, constater que la sensibilité d'une plaque est une qualité fort variable qui dépend beaucoup du révélateur et de l'usage que l'on veut faire du négatif.

L'action d'une source lumineuse ne dépend pas seulement de la quantité de lumière, mais aussi de son intensité; c'est ainsi qu'une image positive sur papier, obtenue en 160 secondes à 2 mètres de la source lumineuse, présente moins de vigueur que le même positif ayant posé 10 secondes à $0^{m}50$, bien que la quantité de lumière soit la même dans les deux cas[1].

1600. Appareil de M. le général Sébert. — Cet instrument, construit par M. Carpentier, est destiné à mesurer la sensibilité des préparations photographiques d'après la méthode adoptée par le Congrès de 1889.

On prend pour mesure de l'action photographique le temps variable nécessaire pour obtenir un dépôt de même opacité. En supposant la source de lumière constante et les effets photographiques proportionnels à la quantité de lumière reçue, on a une base précise pour la comparaison des effets photographiques. Le degré d'opacité à choisir comme base de comparaison, le *ton normal* est le ton gris formé de quantités égales de blanc et de noir que l'on perçoit en faisant tourner rapidement un demi-disque blanc devant un fond noir. On peut réaliser pratiquement ce ton gris en traçant sur un papier blanc des hachures régulières espacées d'une distance égale à leur épaisseur. Ce procédé, dû au colonel Goulier, permet d'établir une gamme de teintes servant à tenir compte des teintes de fond, des voiles, etc., que peuvent présenter les plaques et papiers photographiques. La source de lumière à employer pour ces comparaisons est la lampe étalon à l'acétate d'amyle, munie d'un écran ne laissant passer qu'une portion de la flamme d'une surface d'un cinquième de centimètre carré, prise dans la zone la plus lumineuse. En principe, la lampe est placée à 1 mètre de la surface sensible à impressionner; dans ce cas, avec les plaques les plus sensibles, on prend des durées de temps de pose égaux à trois secondes ou cinq secondes[2]. L'application de cette méthode exige de la part de l'opérateur une certaine dextérité et une attention soutenue.

Pour éviter ces difficultés, M. le général Sébert a réalisé un appareil dans

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 568. — 2. Voir *Rapports et documents du Congrès international de photographie*. Paris, Gauthier-Villars, 1890.

lequel l'exposition des différentes parties de la plaque à la lumière, pendant des temps graduellement croissants, se fait automatiquement et est exactement mesurée sans que l'opérateur ait à intervenir autrement que pour la mise en marche et le réglage préalable de l'appareil.

Cet appareil (*fig. 149*) se compose d'une boîte fermée par un volet V, dans l'intérieur de laquelle se déplace d'un mouvement connu un chariot P qui reçoit la plaque sensible à expérimenter. Ce mouvement a lieu de façon à amener les points successifs de cette plaque à passer devant une ouverture O découpée en gradins de façon à former des échelons, et à travers laquelle la plaque sensible reçoit l'action de la source lumineuse. Cette ouverture, par suite de sa forme, présentant dans le sens du mouvement du chariot des

Fig. 149.

largeurs croissantes d'une extrémité à l'autre, on voit que les points de la plaque sensible correspondant aux différents échelons reçoivent l'action de la lumière pendant des durées également croissantes en allant d'un bord à l'autre, et que ces durées pourront être exactement connues pour chacun de ces points, car elles seront données respectivement par le temps employé par le chariot pour franchir la largeur de l'ouverture correspondante.

Dans l'appareil réalisé, le chariot se meut verticalement, de façon à utiliser la pesanteur pour provoquer et entretenir le mouvement. Ce mouvement est régularisé par un échappement commandé par un balancier constitué par un pendule de métronome. La face arrière du chariot (*fig. 150*) porte une crémaillère verticale, engrenant avec un jeu de roues dentées qui commandent une roue d'échappement dont les dents viennent alternativement rencontrer une palette oscillante montée sur l'axe du pendule. On obtient ainsi pour le chariot un mouvement de descente saccadé dont chaque période correspond à une demi-oscillation du pendule.

Pour mettre l'appareil en marche, on remonte le chariot au haut de sa course à l'aide de la tirette T, après avoir préalablement dévié le pendule qu'on arrête dans sa position d'oscillation extrême à l'aide de la manette M;

en tournant ensuite cette manette de 90°, on provoque à la fois la mise en marche du pendule et le départ du chariot.

Les rayons lumineux qui doivent agir sur la plaque pénètrent au travers d'une ouverture métallique affleurant la plaque, ouverture limitée en bas

Fig. 150.

par une droite horizontale et en haut par une ligne brisée formant dans la largeur de la plaque dix gradins égaux (*fig. 151 et 152*). Pour une plaque

Fig. 151.

12 × 18, les gradins ont 0,017 de longueur environ : on obtient ainsi dix bandes occupant à peu près toute la largeur disponible de la plaque sensible.

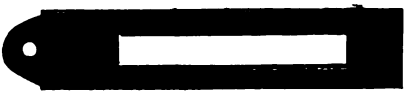


Fig. 152.

Les dimensions de la crémaillère et des roues d'échappement sont telles que le chariot descend de 1mm7 à chaque oscillation simple du pendule; on a réglé à cette même quantité les hauteurs des gradins successifs.

Il en résulte que la partie de la plaque sensible qui se présente devant l'ouverture délimitée par le gradin inférieur ne reçoit la lumière sur toute la hauteur de la plaque que pendant un temps égal à une oscillation simple du pendule; la bande suivante reçoit la lumière pendant un temps double, et ainsi de suite, jusqu'à la dernière qui la reçoit pendant un temps décuple. La durée d'exposition des bandes successives obtenues dans la largeur de la plaque varie par suite régulièrement de une à dix secondes.

Pour des durées totales supérieures à dix secondes, on remplace la plaque métallique même qui porte l'ouverture découpée en gradins par une plaque semblable portant une ouverture rectangulaire dont la hauteur est réglée de façon que le passage de la plaque sensible devant cette ouverture corresponde à une durée exacte de dix secondes, c'est-à-dire une ouverture de hauteur égale à celle du plus grand gradin de la plaque précédente, soit à 0.017, et l'on fait passer de nouveau, une ou plusieurs fois, la plaque sensible devant cette ouverture.

Pour obtenir de nouveaux passages de la plaque sensible devant l'ouverture éclairée, on ramène le chariot en haut de sa course, après avoir placé devant l'ouverture rectangulaire un volet obturateur.

On peut donc obtenir dans la largeur de la plaque sensible dix bandes ayant subi respectivement l'action de la lumière étalon pendant

	1, 2, 3.....	10 secondes,
ou pendant	11, 12, 13.....	20 secondes,
ou encore pendant	21, 22, 23.....	30 secondes,

et ainsi de suite.

En divisant la plaque sur sa hauteur en six bandes d'égales dimensions, on pourra déterminer la production de soixante cases, ayant $0^{m}02$ de côté, dimension bien suffisante pour permettre les recherches de l'intensité de l'opacité pour chacune d'elles; il suffit pour cela que la tirette T porte des trous percés de deux en deux centimètres; on engage dans ces trous une goupille qui limite la descente du chariot. On fait une première expérience en laissant descendre le chariot de toute la longueur de sa course derrière la plaque munie de l'ouverture découpée en gradins; on produit ainsi sur toute la hauteur de la plaque sensible dix bandes verticales ayant reçu des impressions respectives de une à dix secondes. On répète l'expérience en remplaçant la plaque munie de l'ouverture en gradins par celle à ouverture rectangulaire, et en se servant de la goupille pour arrêter dans chaque expérience la descente de la plaque au point voulu; on obtient ainsi des teintes graduées correspondant à des durées d'exposition variant de une à soixante secondes. On obtient toujours ainsi, avec une seule plaque, une teinte correspondant au ton normal. On peut donc réaliser la mesure cherchée de la sensibilité de la plaque à moins d'une seconde près. Pour l'appréciation de la teinte de fond, on utilise les bandes non impressionnées produites sur les bords de la plaque par le recouvrement du cadre du chariot.

Cet appareil se prête aisément à la comparaison simultanée de plaques sensibles que l'on désire exposer à la lumière et soumettre au développement dans des conditions absolument identiques. On peut, en effet, superposer dans le châssis deux demi-plaques 12×18 découpées dans le sens

de leur plus grande dimension, et en combinant convenablement les mouvements du chariot que l'on peut régler par la mise en place de la goupille dans les trous de la tirette. On peut obtenir sur chaque plaque trois bandes horizontales de teintes graduées subdivisées chacune en dix cases correspondant à des variations respectives de durées de pose de une ou deux secondes ou davantage, suivant que l'on répète une fois, deux fois ou plus le mouvement du chariot pour chaque position de la goupille. On arrive donc toujours avec facilité à produire le degré d'opacité qu'il est nécessaire d'obtenir au développement pour faire à la mesure de la sensibilité définie par le Congrès de 1889.

Le choix, pour ton normal, du ton gris formé par parties égales de noir et de blanc a été fort judicieusement adopté. En effet, quand la teinte dépasse la teinte grise choisie pour ton normal, l'effet sur l'œil des variations de teinte est loin de paraître augmenter proportionnellement avec la durée d'impression. Dans cette région de la gamme de teintes, la mesure de ces variations ne pourrait s'effectuer qu'avec peu de précision. Cette mesure est, au contraire, facile dans la région du gris peu foncée.

Si l'on examine diverses marques de plaques à l'aide de cet appareil, on constate que des plaques qui donnent des durées à peu près identiques, comme mesure de la sensibilité, peuvent présenter des différences assez notables dans l'étendue des nuances nettement discernables à l'œil nu au-delà de la nuance de ton normal. Toutes les plaques de même sensibilité ne rendent pas de la même façon les variations de teinte entre les lumières et les ombres[1].

1600. Laboratoires portatifs. — Les manipulations photographiques en plein air peuvent être faites en utilisant des laboratoires spéciaux ou des appareils encore plus simples s'il s'agit seulement de changer les plaques pendant une excursion. On peut alors utiliser la tente photographique *Progrès*[2], qui, fermée, mesure 0m37 de long sur 0m10 de diamètre; elle pèse 700 grammes et permet de changer les plaques du format 13 × 18. Pour le format maximum 24 × 30, le poids de la tente est de 950 grammes.

Certains laboratoires portatifs, comme celui de M. Donny, sont formés d'une boîte plate s'ouvrant comme un livre; les deux parties sont réunies par une étoffe noire, étanche à la lumière. Sur le couvercle, on a ménagé deux ouvertures où sont fixées deux manches en même étoffe dans lesquelles on passe les bras; vers le haut du couvercle se trouve une ouverture munie d'un verre rouge par lequel on peut voir à l'intérieur du laboratoire ainsi formé; un second verre rouge, enchâssé dans l'étoffe, y laisse pénétrer la lumière sans danger pour les plaques. La cuvette a développer est à fond de verre, et un miroir qui lui sert de couvercle se place au-dessous, ce qui permet de se rendre compte par transparence de l'état du développement[3].

M. Ernie a établi un petit laboratoire du même genre qui, grâce à un tube formant siphon, permet de laver le négatif avant son immersion dans le bain de fixage[4].

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 459. — 2. *Le Photogramme*, 1898, p. 144. — 3. *Photo-Gazette*, 27 novembre 1898, p. 17. — 4. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1898, p. 252.

1601 Eclairage du laboratoire. — Quel que soit le procédé d'éclairage employé dans les laboratoires, il est bon d'observer certaines précautions pendant la manipulation des plaques sensibles, comme l'a indiqué M. F.-C. Lambert[1]; il faut, pendant le chargement, tenir le châssis aussi loin que possible de la source de lumière; pendant le développement, on laisse la cuvette à l'abri de la lumière directe de la lanterne le plus longtemps possible et assez loin de cette dernière. On ne doit ouvrir le châssis négatif que quand tout est absolument prêt pour le développement. Ces précautions sont indispensables si l'on se sert de plaques orthochromatiques; quant aux plaques panchromatiques, on doit les manipuler autant que possible dans l'obscurité.

M. Gravier[2] a constaté que tous les verres verts, même ceux très foncés tirant un peu sur le bleu et dans la composition desquels entre le cobalt, doivent être exclus; on doit préférer les types tirant sur le jaune et dans la composition desquels entrent les sels de chrome.

M. Decoudun a établi deux modèles de lampe de laboratoire à cheminée bicolore; la cheminée est pourvue d'un écran susceptible de masquer à volonté le verre rouge ou le verre vert. Cet écran, bien équilibré par un contrepoids, peut prendre toutes les inclinaisons et arrêter tout ou partie de la lumière tamisée par un des verres colorés; l'écran ainsi disposé protège la vue des radiations colorées de la cheminée bicolore. Ce petit abat-jour permet de mieux suivre la venue de l'image sans fatigue pour les yeux. Le modèle à essence possède un verre rouge et un verre vert; le modèle alimenté au pétrole est muni d'un verre rouge clair et d'un verre rouge foncé.

M. Lehmann livre une lanterne de laboratoire qui se loge dans une boîte plate n'ayant que 0^m02 d'épaisseur; le dessus et le dessous de la lanterne sont en tôle et forment deux cuvettes de 0^m10 de côté, dont l'une reçoit la source de lumière (bougie ou veilleuse), l'autre est munie d'un ventilateur. On les réunit en intercalant entre elles le corps de la lanterne formé par un assemblage de quatre panneaux en toile rouge inactinique. Ces panneaux sont réunis par des charnières et forment un tout bien étanche; la bordure en fer-blanc dont ils sont munis leur donne une grande solidité[3].

La fabrique de lampes Pigeon a établi une cheminée en verre rouge pour l'éclairage des laboratoires. Cette cheminée se pose sans ajustage spécial sur les lampes à essence de tous modèles. Le verre, rouge dans la masse, est inactinique; étant cylindrique, il éclaire régulièrement toutes les parties de la pièce où l'on opère. Le tirage est remarquablement donné par la galerie à jour à chicanes qui supporte le verre, en sorte que la flamme de la lampe reste fixe et non fuligineuse, comme si elle brûlait à l'air libre[4].

On a proposé l'emploi de lanternes dans lesquelles les verres de couleur sont remplacés par des cuves contenant des solutions colorées dont on peut faire varier la nature et l'intensité à volonté. La solution de bichromate de potasse recommandée pour cet objet ne fournit pas de bons résultats; il vaut mieux employer une solution de 8 grammes de mandarine G dans un

1. *Photogr. News*, 1897. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 342. — 3. *Photo-Gazette*, 1899, p. 193. — 4. *Bulletin du Photo-Club de Paris*. 1900, p. 206.

litre d'eau; cette matière colorante est préparée par l'*Anilin Fabrik* de Berlin. On ne saurait employer les solutions rouges et vertes utilisées à la préparation des écrans colorés pour la protographie trichrome [1].

M. Sanger Shepher a proposé pour l'éclairage du laboratoire obscur une combinaison d'un jaune brillant, vert de naphtol et aurantia; ce mélange arrête toutes les radiations, sauf une bande étroite dans le rouge. La préparation de cet écran se fait de la manière suivante : on fixe et lave une plaque non exposée et on la trempe dans une solution d'aurantia soluble à l'eau; on trempe de même une seconde plaque dans du jaune de naphtol soluble à l'eau; on lave rapidement, on sèche et on applique les deux plaques gélatine contre gélatine. M. le capitaine Abney a préconisé le mélange de violet de méthyle et d'une couleur orangée convenable [2]. On détermine cet orangé en photographiant le spectre solaire avec les plaques que l'on doit employer; on choisit alors le mode d'éclairage correspondant à la raie qui ne se marque pas sur la plaque. Ayant ainsi préparé l'écran orangé, on étend sur l'une des faces des deux plaques jumelles un collodion assez épais contenant une solution de violet de méthyle dans l'alcool.

Le Dr Hauberisser [3] a indiqué un moyen pratique pour reconnaître si la lumière du laboratoire est absolument rouge. On prépare un écran bleu, absorbant tout le rouge en coulant sur une plaque de verre de couleur bleu-vert une solution de 25 grammes de gélatine dans 500 c. c. d'eau contenant en dissolution 1 gramme de matière colorante bleue connue sous le nom de « bleu de Nil ». L'écran doit être assez transparent pour qu'au travers on puisse voir tous les objets. Le verre bleu-vert absorbe tout le rouge, à l'exception des nuances touchant à l'orange. Le bleu de Nil absorbe le jaune et l'orange et la plus grande partie du rouge, tandis que le vert, le bleu et le violet passent. Sur le côté verre de l'écran ainsi préparé, on colle un papier noir sur lequel on aura tracé une lettre de l'alphabet en perforant le tracé avec une aiguille de 0m001 de diamètre. En regardant à travers ce verre la lumière rouge du laboratoire, la lettre perforée dans le papier doit rester invisible. Si on peut la lire, la source lumineuse contient des radiations comprises entre le jaune-vert et le violet; par suite, elle ne peut servir pour tous les travaux.

M. Horn [4] a indiqué un dispositif permettant d'utiliser pour l'éclairage rouge les lampes électriques des chambres d'hôtel. L'appareil se compose d'une sorte de sac en étoffe dont l'ouverture se ferme au moyen d'une coulisse et dont le fond est composé d'un cadre où viennent se loger les verres rouges ou verts; il suffit d'enfermer la lampe dans ce sac pour avoir un éclairage de laboratoire. Ce dispositif peut être utile dans les hôtels ne possédant pas de laboratoires photographiques. Il existe d'ailleurs de nombreux modèles de lampes à incandescence pour laboratoires photographiques.

1602. Cuvettes. — M. Mussat a montré que l'on peut obtenir facilement des cuvettes en carton et même en papier susceptibles de servir pour les opérations photographiques. On encolle ces cuvettes avec de la colle

1. *The British Journal of Photography*, 9 août 1901. — 2. *Photography*, n° 518. — 3 *Phot. Wochenblatt*, 1900, n° 2. — 4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 57.

forte que l'on trouve à peu près partout et l'on insolubilise la colle par l'action du formol [1].

MM. Marion ont établi une cuvette en celluloïd dont le fond est repoussé de façon à aménager le logement de la plaque dans une sorte de feuillure; par suite, il suffit d'une petite quantité de révélateur pour recouvrir uniformément la plaque [2] qu'une échancrure permet de soulever sans difficulté. Il arrive quelquefois que les plaques adhèrent au fond des cuvettes. Si on essaie de les soulever à l'aide de pinces, crochets, etc., on court le risque d'écorcher la couche sensible. Pour éviter cet inconvénient, M. Target [3] a construit un soulève-plaque spécial. Il est formé d'un cadre surmonté d'une tige permettant de le soulever. C'est sur ce cadre que se pose la plaque à développer, qui n'est jamais en contact avec le fond de la cuvette; on peut ainsi suivre la venue de l'image sans que les doigts soient en contact avec le bain développateur.

On peut confectionner à peu de frais des supports de plaques pour développement lent en se servant de cadres en fils métalliques destinés à encadrer les photographies collées sur carton. Il est d'ailleurs facile de construire avec du fil de fer des supports de cette nature que l'on peut placer soit dans des cuvettes profondes en porcelaine, soit dans des cuvettes en fer-blanc ou en zinc verni au Ripolin : ce vernis préserve fort bien les cuvettes et les supports de l'attaque produite par les bains révélateurs, pourvu qu'ils soient suffisamment étendus d'eau.

M. Gaumont a perfectionné les supports à rainures destinés aux cuves de développement des plaques [4]. Le nouveau modèle permet de développer des plaques de tout format jusqu'au 13 × 18 inclusivement. A cet effet, le support à rainures est muni de coulisses constituées par des tuyaux creux en ébonite fixés aux parois qui portent les rainures; un anneau de serrage permet d'arrêter les coulisses dans la position choisie; on place les plaques dans cette sorte de panier que l'on peut retirer facilement grâce à deux petites tiges en ébonite fixées sur les côtés aux deux extrémités d'une même diagonale du support.

L'emploi des cuvettes en fonte émaillée devrait être proscrit lorsqu'elles sont altérées, même superficiellement. M. Soret a constaté que lorsque l'émail est légèrement attaqué, il se produit pendant les lavages de l'oxyde de fer qui, au séchage, provoque une dissolution rapide de la gélatine [5].

Il est facile d'obtenir des cuvettes légères et solides en les fabricant à l'aide de fer-blanc que l'on recouvre de vernis Ripolin si le révélateur que l'on se propose d'employer est préparé à l'oxalate de fer. Pour empêcher l'adhérence des plaques sur le fond des cuvettes, il suffit, à l'aide d'un marteau et d'une tige d'acier à l'extrémité arrondie, de repousser le fond en quatre points, de manière à avoir de petites saillies en forme de calottes sphériques [6].

On peut préparer une couleur spéciale pour les cuvettes en métal. On fait deux mélanges que l'on applique successivement : le premier a pour but

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 345. — 2. *Ibid.*, 1898, p. 531. — 3. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1900, p. 173. — 4. *Photo-Gazette*, 25 novembre 1898 et 1901, p. 241. — 5. *Bulletin de la Société havraise de photographie* 1898. — 6. *Photo-Gazette*, 1899, p. 136.

d'empêcher le développement de la rouille; le second résiste fort bien aux acides, mais il est attaqué par les solutions alcalines. La première couche se compose de 50 grammes de colle de Cologne gonflée, 5 grammes de soude caustique, 50 grammes de colophane en poudre et 500 c. c. d'eau. On dissout d'abord la soude caustique dans une petite quantité d'eau; d'autre part, on fait gonfler la colle dans l'eau; on l'ajoute à la dissolution de soude, puis on ajoute la colophane; on chauffe et on étend à chaud une couche de liquide obtenu; on laisse sécher et sur l'enduit ainsi préparé on peut passer la couleur : elle est obtenue en mélangeant 50 grammes d'huile de lin, 20 grammes de peroxyde de manganèse, 25 grammes de térébenthine de Venise et 50 grammes d'esseuce de térébenthine. Ce mélange doit être préparé à froid; il durcit alors très vite et donne une couche fort résistante, à peu près inaltérable [1] par les solutions acides employées en photographie.

Le développement des pellicules présente quelques difficultés. M. Grosjean a eu l'idée de faire de petites pinces en celluloïd qui permettent de fixer le revers de la pellicule contre un verre de même dimension. On place des pinces aux quatre coins ou même au milieu des bords si le négatif est un peu grand. Ces pinces sont faites de telle sorte qu'elles ne touchent la couche sensible qu'en un seul point, et leur élasticité est telle qu'elles maintiennent les pellicules en contact avec le verre pendant toutes les manipulations; pendant le séchage, elles empêchent les pellicules de s'enrouler dans le bain de développement, elles permettent de suivre la venue de l'image par transparence, comme on le ferait avec un négatif sur verre; ces pinces sont pratiquement inaltérables [2].

M. Duchenne a construit une cuvette qui permet d'effectuer le lavage des pellicules ou des photogrammes sur papier. Les épreuves sont suspendues à des tringles dites laveuses au moyen de pinces inoxydables et disposées de manière que lorsqu'elles sont placées dans la cuve elles se tiennent verticalement sans se toucher et restent à $0^{m}03$ ou $0^{m}04$ du fond. Ces tringles laveuses peuvent être suspendues à une corde pour le séchage des épreuves.

Le laveur de plaques et de pellicules Coventry consiste en une sorte de roue à six ailettes pouvant tourner autour d'un axe horizontal. Sur ces ailettes, parallèlement à l'axe de la roue, se fixent, à l'aide de pinces mobiles, les plaques qu'il s'agit de laver et qui peuvent être du format 13×18 au maximum et $8{,}5 \times 10$ au minimum. Au-dessus de l'appareil et parallèlement à l'axe de rotation est placé un tube perforé qui amène l'eau à la surface des plaques et provoque un mouvement de rotation. Les plaques sont très facilement mises en place et retirées; elles n'exigent aucun soin particulier après qu'elles ont été attachées au laveur. Le lavage est effectué en dix minutes [3].

M. Gaumont a mis en vente, sous le nom de cadres Fœrner, de petits cadres destinés à remplacer les rainures des cuves verticales pour le développement lent à rendre aussi simple que possible la manipulation des plaques dans ce genre de travail. Ces cadres se composent essentiellement

1. *Phot. Chronik*, 1899. — 2. *Photo-Gazette*, 1900, p. 97. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 596.

de deux montants à rainures (*fig. 153*), percés en haut et en bas de trous dans lesquels s'engagent des baguettes rondes pour former un cadre. Le cadre est en ébonite; il est donc inattaquable par les bains de développement. En faisant glisser les montants à rainures le long de ces languettes, on peut faire varier leur écartement et, par suite, adapter le cadre au format de la plaque que l'on a entre les mains; des bracelets de caoutchouc servent d'arrêt sur les baguettes pour fixer l'écartement des montants.

Les trous où passent les baguettes rondes sont disposées de telle sorte que, d'un côté du cadre, le haut, la baguette laisse les rainures libres et, de l'autre côté, le bas, vient servir de butée à la plaque introduite dans les rainures. Il suffit donc, pour placer les plaques dans le cadre ou les en retirer, de faire glisser chacune d'elles dans les rainures vers le haut.

Les cadres chargés de plaques à développer sont introduits dans une

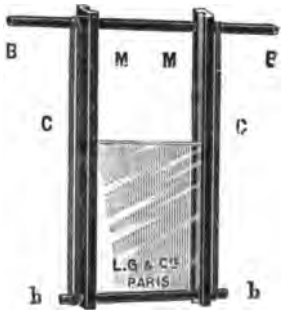


Fig. 153.

Fig. 154.

cuvette verticale (*fig. 154*) de dimension convenable et soutenus dans cette cuve par les baguettes du haut BB, qui sont faites, à dessein, plus longues que celles du bas *bb* (*fig. 153*) et viennent reposer sur les bords de la cuve. On peut ainsi placer dans la cuve, les uns à côté des autres, une série de cadres et, sans toucher au liquide du bain, sortir chacun d'eux à volonté pour l'examen de la venue de l'image. En poussant les cadres d'un bout à l'autre de la cuve, on remue le bain avec la plus grande facilité. On peut classer les plaques suivant leur degré d'avancement sous l'action du révélateur et surveiller ainsi le développement d'un très grand nombre de négatifs.

Pour monter un cadre au format d'une plaque déterminée, on passe les deux baguettes dans les trous des montants, puis l'on ajuste l'écartement de ces montants en introduisant entre les rainures un verre du format voulu; les baguettes doivent dépasser les montants de la même longueur à droite et à gauche; on place ensuite les bracelets de caoutchouc par-dessus ces baguettes le long des montants M; en maintenant le tout avec une main, on tourne les bracelets bien à plat, trois fois autour de chaque baguette, de façon à former un arrêt contre les montants M et à fixer ainsi leur écartement. La plaque doit glisser librement dans les rainures. Placés dans la cuve, les cadres prennent une légère inclinaison en avant; on place le côté gélatiné de la plaque du côté où la rainure est le plus près du

bord des montants : la face gélatinée s'incline alors vers le bas, en sorte qu'aucun des dépôts que peut produire le bain ne s'arrêtera sur elle. La baguette du bas, qui sert de butée à la plaque, est rejetée en arrière de cette dernière autant que possible, de façon que tout dépôt fourni par le bain puisse tomber au fond de la cuve sans être arrêté au bas de la plaque par la baguette et devenir une cause de taches.

Pour développer les négatifs stéréoscopiques sur plaques séparées, on établit des cadres doubles au moyen de quatre montants à rainures et de deux baguettes rondes, l'une de 0m27, l'autre de 0m208. Pour cela, on glisse au milieu des baguettes deux montants dos à dos, séparés par un bracelet de caoutchouc; les deux autres montants se fixent comme à l'ordinaire vers le bout des baguettes, à l'écartement voulu pour constituer deux cadres côte à côte, où l'on peut glisser les deux cadres d'une vue stéréoscopique, qui seront manipulés ensemble et se trouveront par suite développés de la même façon, sans risque d'écorcher la gélatine et sans crainte de se salir les doigts.

1603. Châssis-presse. — M. Gilles a construit un châssis-presse dégradateur qui consiste en un bâti de quatre côtés, dont trois fixés au châssis-presse et un à charnières servant de fermeture, dans lequel sont pratiqués quatre rangs de rainures permettant d'y glisser le dégradateur composé de la facon suivante : deux cartons d'épaisseur correspondant à la dimension des rainures et ayant une ouverture plus grande que celle convenable pour le dégradateur sont reliés par un de leurs bords à l'aide d'une bande de toile formant charnière, un troisième carton, de dimension plus petite que les précédents et dans lequel on a découpé la forme du dégradateur, vient se placer entre les deux premiers; le tout est introduit dans le bâti à rainures plus ou moins loin du négatif, suivant que le dégradé doit être plus ou moins fondu. La dégradation étant de dimension plus petite que les cartons enveloppant, il est facile de disposer l'appareil bien en face du négatif en le déplaçant dans le sens nécessaire; ce dégradateur est fixé une fois pour toutes quand il s'agit d'un même négatif. Un verre dépoli est placé dans la rainure supérieure de l'instrument afin de mieux diffuser la lumière[1].

La préparation d'un dégradateur économique se fait en opérant de la manière suivante : on découpe le dessus du couvercle d'une boîte à plaque en laissant tout autour un rebord de quelques centimètres; dans le cadre ainsi formé on introduit un verre, on place le tout sur un châssis-presse, et l'on répand sur le verre du sable très fin, réparti sous diverses épaisseurs, de façon à arrêter ou atténuer la lumière et obtenir le degré d'opacité voulue.

M. Belliéni[2] a construit un châssis à tirage multiple pour six épreuves 8×9 sur une même feuille de papier 18×24, de telle sorte que l'on arrive à imprimer très rapidement. L'appareil permet de donner à chaque négatif, quelle que soit son intensité, la pose voulue. Dans la feuillure d'un châssis-presse ordinaire se trouve un cadre en métal mince présentant six ouvertu-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 555. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 418.

res du format des négatifs; on place ceux-ci dans l'ordre voulu, puis on referme le châssis après avoir mis le papier sensible en place. Devant le verre du châssis se trouve une plaque métallique munie de six portes à ressort correspondant aux six ouvertures et portant chacune un numéro d'ordre; il suffit d'ouvrir successivement chaque porte devant un bec de gaz pour obtenir l'impression. On a eu soin de noter auparavant la densité relative de chaque négatif en regard du numéro du volet qui lui correspond; on laisse alors la porte ouverte en conséquence, et de cette façon, au développement, toutes les images viennent en même temps. La durée du chargement et du déchargement des châssis est donc fortement abrégée : elle est aussi courte que s'il s'agissait d'impressions stéréoscopiques (*fig. 155.*)

Le *Photo-tireur Cristallos*[1] permet d'atteindre le même résultat. L'appareil comprend : un obturateur, un dispositif pour recevoir les dégradés, vignettes dépolies et verres de couleur, une boîte pour le papier sensible, un récepteur de papier impressionné, un compteur, un volet pour l'examen et

Fig. 155.

la mise en place du négatif et du dégradé, un dispositif automatique permettant le serrage et le desserrage du papier en même temps que la succession des parties du papier à impressionner, enfin un compteur.

Pour le tirage des diapositives, M. Mason utilise le dispositif suivant : sur la glace d'un châssis positif, il colle une feuille de papier noir au centre de laquelle est découpée une ouverture carrée de $0^m075 \times 0^m075$, un peu plus grande que les dimensions de l'image définitive. La planchette pliante du châssis ordinaire est remplacée par une planchette rigide au centre de laquelle est découpée une ouverture légèrement plus grande que celle de la plaque à projection. Quand la planchette est placée dans le châssis, les centres des deux fenêtres se superposent exactement. Le négatif à imprimer est mis en place en plein jour. On le dispose en face de la fenêtre découpée dans le papier noir, on place sur ce négatif la planchette rigide que l'on fixe au moyen des traverses à ressort, on vérifie si l'image se présente dans de bonnes conditions, on rentre dans le cabinet noir, on place la glace préparée dans l'ouverture de la planchette en contact avec le négatif; sur la plaque diapositive, on place une petite planchette revêtue de velours noir que l'on fixe à l'aide de deux taquets à ressort, et l'on expose à la lumière.

L'impression des positives par développement peut d'ailleurs être faite d'une façon régulière à l'aide d'appareils qui permettent d'opérer mécani-

2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 406.

quement. MM. Raucoul et Lantuéjoul[1] utilisent un appareil constitué par une table au centre de laquelle on a ménagé une ouverture destinée à recevoir le négatif; des intermédiaires permettent de varier ses dimensions. Sous cette ouverture se trouve une glace inclinée à 45° qui renvoie la lumière d'une lampe à pétrole enfermée dans une lanterne de façon qu'elle n'éclaire que la glace et, par suite, le négatif. Un obturateur vient se placer devant le négatif et ne s'ouvre qu'au moment voulu. Le papier semble se placer par-dessus le négatif où il est maintenu par un volet sur lequel appuient des barres en bois munies de ressorts. Quand tout est en place, on pèse sur une pédale qui ouvre l'obturateur et on l'accroche à l'extrémité d'un levier où il reste accroché jusqu'à ce qu'une bille en fer, tombant sur l'autre extrémité de ce levier, provoque le déclenchement. C'est cette disposition qui fait la principale particularité de l'appareil et permet d'avoir un temps de pose toujours égal. La bille, avant de tomber, parcourt un certain nombre de rainures. En choisissant le point de départ, on a le temps de pose exact pour tous les négatifs. La table est disposée de façon qu'on puisse imprimer une feuille du format 30×40 qu'on déplace après chaque pose d'une quantité égale à la longueur du négatif. Ce déplacement est du reste facilité par la disposition de taquets placés de telle sorte qu'on arrive à mettre facilement dans l'obscurité la feuille à la place voulue.

Un appareil du même genre a été établi par M. Courrier et appelé par lui *Modern impressivélographe*. C'est une table sur laquelle est fixée un châssis positif pouvant être disposé verticalement et se rabattre lorsque la durée de l'impression est suffisante; en face se trouve un bec Auer placé sur un plateau coulissant qui permet de l'avancer ou de le reculer. Une division métrique placée à côté indique à quelle distance on opère. En avant du bec Auer se trouve un abat-jour muni d'un écran rouge qui peut se placer devant la source de lumière ou, au contraire, s'abaisser complètement de façon à ne plus l'intercepter. Quand l'écran rouge est placé devant la lumière on charge le châssis; on expose ensuite en le relevant. Dans ces conditions, l'abat-jour s'abaisse en même temps que le bec Auer s'allume en plein[2].

Pour imprimer d'un grand négatif la partie la plus intéressante destinée à la projection, M. Target construit sous le nom de châssis transpositeur une planchette garnie de draps, sur laquelle deux ressorts maintiennent en place le grand négatif. Il est appuyé seulement sur un rebord qui limite le grand côté et on peut le faire glisser à droite ou à gauche suivant le besoin; au centre de la planchette est percée une ouverture de la dimension des plaques de projection 85 × 100^{mm} qui se ferme au moyen d'un petit volet maintenu par un ressort. Le négatif étant mis en place et la partie intéressante étant au contact de la plaque sensible, on ferme l'ouverture qui les maintient l'un contre l'autre et on expose à la lumière pour l'impression.

1604. Appareil redresseur. — Dans la reproduction des monuments, l'appareil photographique doit être placé de telle sorte que la plaque sensible occupe une position verticale; si cette condition n'est pas remplie, les

1. *Photo-Gazette*, 1901, p. 222. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 255.

lignes verticales ne conservent pas leur aplomb et il en résulte une convergence de ces lignes vers un point de fuite. Des négatifs imparfaits obtenus ainsi, il est toujours possible d'obtenir une image correcte. Le procédé consiste à faire du négatif une reproduction à une échelle quelconque, en se servant d'une chambre à trois corps dans laquelle le porte-négatif et le cadre arrière portant la plaque sensible peuvent tourner autour de deux axes verticaux, indépendamment des mouvements de translation nécessaires à la mise au point.

Le négatif étant placé de manière que les lignes à remettre d'aplomb soient *transversales* par rapport à l'axe, on rapprochera de l'objectif le bord vers lequel les lignes convergent par une rotation qui éloignera d'autant le bord opposé. Pour la netteté, il faudra faire tourner en sens inverse le cadre arrière, en sorte que les points du négatif qui se sont rapprochés puissent former leur image en des parties plus éloignées du verre dépoli. L'image

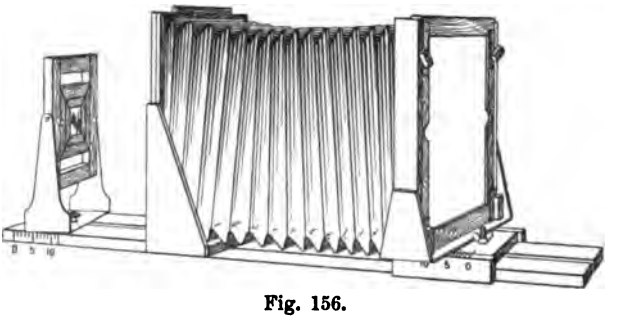


Fig. 156.

obtenue sera nette si les angles α et β dont on fait tourner le négatif d'une part et le châssis de l'autre par rapport à leur position normale, sont tels que l'on ait

$$\text{tang } \alpha = n \text{ tang } \beta,$$

n étant le rapport de l'image au négatif, ce rapport étant supérieur, égal ou inférieur à l'unité. On peut toujours arriver à un redressement complet.

L'appareil construit sur les indications de M. de Romance (*fig. 156*) se compose d'un banc à bords bien dressés, supportant à l'une de ses extrémités le porte-négatif : celui-ci ne peut avancer ni reculer, mais il tourne autour d'un axe vertical passant par son milieu. Sa base présente un bord rectiligne coïncidant avec la trace du plan du négatif sur la surface du banc (ou parallèle à cette trace); par suite, les tangentes des angles de rotation pourront être mesurées au moyen d'une graduation en parties égales tracée sur le banc.

L'arrière de la chambre est supporté, non plus directement par le banc, mais par un chariot susceptible de translation, et sur lequel il peut recevoir un mouvement de rotation analogue à celui du porte-négatif; une nouvelle graduation semblable à la première est tracée sur le chariot. Le négatif devant se placer soit en hauteur, soit en largeur, la chambre est carrée.

Le cadre porte-objectif repose directement sur le banc et est guidé de

façon à pouvoir avancer ou reculer sans que l'axe optique cesse jamais d'être parallèle au mouvement de translation.

Pour opérer avec cet appareil, il faut: 1° mettre au point, le négatif et le verre dépoli étant perpendiculaires à l'axe optique de l'objectif; 2° mesurer approximativement le rapport n des dimensions linéaires des images; 3° donner au porte-négatif un mouvement de rotation arbitraire, et lire la graduation indiquée par la base du porte-négatif, soit A, le nombre de divisions correspondant; 4° faire tourner en sens inverse l'arrière de la chambre, en faisant marquer nA à la graduation du chariot; 5° vérifier si le redressement est obtenu et modifier dans le sens voulu l'orientation du négatif et du verre dépoli, par tâtonnements successifs et en observant

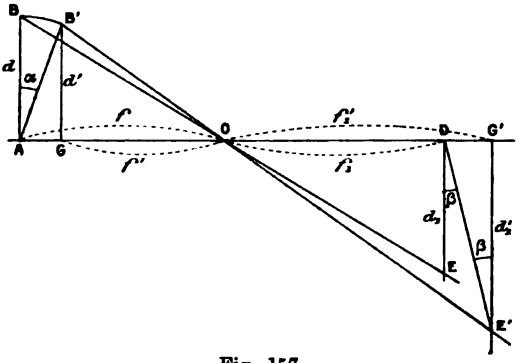


Fig. 157.

toujours la même proportionnalité qui garantira la netteté. On arrivera très rapidement au résultat cherché.

Pour déterminer la condition de netteté, cherchons quelle est la surface focale conjugée par rapport à un plan faisant avec l'axe optique de l'objectif un angle de $90° - \alpha$. Soit B (*fig. 157*) un point du négatif placé d'abord normalement à l'axe optique de l'objectif dans la chambre à trois corps, il forme son image en E, tel que

$$AO = f = \frac{n+1}{n} F ,$$

F étant la distance focale principale et n le rapport de reproduction; de même

$$DO = f_1 = (n+1) F .$$

Si l'on fait tourner le négatif d'un angle α autour de l'axe de rotation A, on aura, en désignant par d la longueur AB,

$$OG = f' = AO - AG = f - d \sin \alpha .$$

L'image de B' vient en E', tel que

$$G'O = f'_1 = \frac{Ff'}{F - f'} ;$$

de plus,

$$B'G = d' = d \cos \alpha ,$$

$$E'G' = d'_1 = \frac{d' f'_1}{f} ;$$

$$\text{tang } \beta = \frac{f'_1 - f_1}{d'_1} .$$

On peut donc calculer β en fonction de α, F, n et d, et l'on arrive à la relation.

$$\text{tang } \beta = n \text{ tang } \alpha ,$$

relation indépendante de la position du point B′ dans le plan AB′. Donc, tous les points du plan normal au tableau et ayant pour trace AB′ formeront leur image nette dans le plan normal au tableau et ayant pour trace DE′. La netteté sera donc réalisée.

Pour que le redressement soit complet, en supposant que le négatif ait été pris sur une plaque inclinée par rapport à la verticale d'un angle ω, il

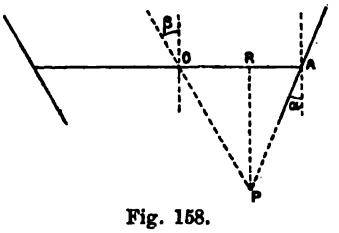


Fig. 158.

faut que l'image du point de convergence des lignes verticales dans le négatif soit rejetée à l'infini sur le verre dépoli, et, par conséquent, que la ligne qui joint ce point P (*fig. 158*) à l'objectif O soit parallèle au plan du verre dépoli. Il faudra donc écarter le négatif d'un certain angle α, l'image étant reçue sur un châssis incliné d'un angle β lié à α par la condition de netteté précédemment trouvée.

Soit D la distance AP (*fig. 159*) du point de convergence au centre du négatif, et f le foyer de l'appareil qui a servi à l'obtenir.

$$AP = D = f \cot \omega ;$$

mais (*fig. 158*) F étant le foyer principal de O,

$$OA = \frac{n+1}{n} F ,$$

$$OA = OR + AR = PR (\text{tang } \alpha + \text{tang } \beta) = PR (n + 1) \text{ tong } \alpha$$
$$PR = D \cos \alpha ;$$

donc,

$$OA = (n + 1) D \sin \alpha ;$$

par suite,

$$(n + 1) D \sin \alpha = \frac{n+1}{n} F ,$$

d'où $$\sin \alpha = \frac{F}{nD} = \frac{F}{nf} \operatorname{tang} \omega .$$

Nous avons, avec la première relation trouvée, les conditions de redressement. Pour certaines valeurs des éléments F, f, n et ω, on arrive à une impossibilité de la forme

$$\sin \alpha > 1 ,$$

impossibilité qui pourra être levée, soit en changeant le foyer F, soit le rapport n.

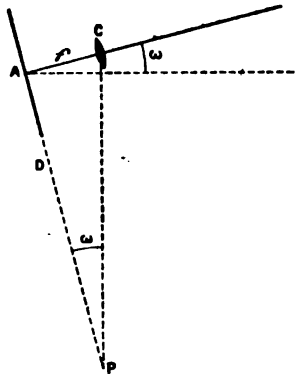


Fig. 159.

On peut se demander si ce procédé donne lieu à des déformations linéaires. Etant donné un segment de verticale pris dans l'espace, que devient la reproduction de ce segment dans une chambre noire placée de telle sorte que l'axe optique AC de l'objectif fasse un angle ω avec l'horizon?

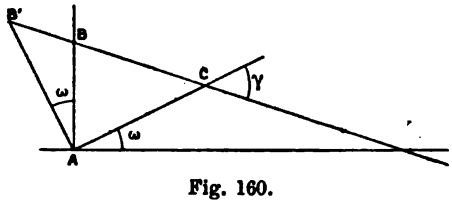


Fig. 160.

Si la plaque est replacée verticalement à l'aide de la bascule, l'image se forme en AB (*fig. 160*). Si on opère en laissant la plaque perpendiculaire à l'axe optique, l'image devient AB'. Dans la première position AB de la plaque, on évite toute altération des angles et des proportions du sujet; mais si ω n'est pas très petit, la netteté décroît du centre aux bords; la netteté est contraire dans la position A'B', mais la partie supérieure de l'image est dilatée, tandis que le contraire a lieu dans la partie inférieure : les verticales vont converger.

Si l'on reproduit le négatif défecteux à l'aide de l'appareil à rectifier, on

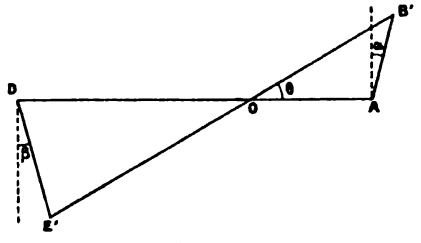


Fig. 161.

obtient (*fig. 161*) l'image définitive DE', image qu'il faut comparer à AB.

Or, nous avons (*fig. 160*) :

$$AC = f \qquad AB' = f \operatorname{tang} \gamma ;$$

$$\frac{AB}{\sin \gamma} = \frac{f}{\sin [180^\circ - \gamma - (90^\circ - \omega)]} = \frac{\cos (\omega - \gamma)}{f} .$$

De même, on a (*fig. 160*) :

$$\frac{AB'}{\sin \theta} = \frac{OA}{\sin [180^\circ - \theta - (90^\circ + \alpha)]} = \frac{\frac{n+1}{n} F}{\cos (\alpha - \theta)} ;$$

$$\frac{DE'}{\sin \theta} = \frac{OD}{\sin [180^\circ - \theta - (90^\circ - \beta)]} = \frac{(n+1) F}{\cos (\beta + \theta)} .$$

On a de plus

$$\operatorname{tang} \beta = n \operatorname{tang} \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{F}{nf} \operatorname{tang} \omega$$

Eliminant de ces équations les angles α, β, γ, θ et la longueur AB', il reste une relation entre AB, DE', n, F, f et ω. On obtient

$$(c) \qquad \frac{DE'}{AB} = n \sqrt{1 - \sin^2 \omega \left[1 - \frac{(n^2 - 1) F^2}{n^2 f^2} \right]},$$

relation ne contenant que n, ω, F et f; par suite, l'échelle des hauteurs est la même dans toutes les parties de l'image. Désignons par n' cette échelle. Pour qu'elle ne diffère pas de celle des largeurs n, il faut que l'on ait

$$\frac{F^2}{f^2} = \frac{n^2}{n^2 - 1} ,$$

ou, ce qui revient au même,

$$n_2 = \frac{\frac{F^2}{f^2}}{\frac{F^2}{f^2} - 1} .$$

Par conséquent, si l'on choisit convenablement n ou F, on peut rendre nulle l'altération de l'échelle des hauteurs; le plus souvent cette altération sera tout à fait négligeable. Si l'on veut se rendre compte de son sens et de son importance, on calculera la valeur de $\frac{n'}{n}$ au moyen de la relation (c). On déterminera ω en mesurant sur le négatif la longueur D.

$$D = f \cot \omega .$$

Quelques cas particuliers sont à signaler. Quand $F = f$, l'altération marquée par un raccourcissement des hauteurs est d'autant plus faible que n est plus grand. Quand $n = 3$, l'altération est constante quel que soit F; on a

$$\frac{n'}{n} = \sqrt{1 - \sin^2\omega} = \cos \omega .$$

Les conditions du redressement des images photographiques ont été étudiées par Selb[1], par Welborne-Piper[2] et par plusieurs autre auteurs. M. Carpentier a réalisé, sous le nom d'*amplificateur-rectificateur*, un appareil[3] automatique permettant d'obtenir sans tâtonnement le redressement des verticales et la netteté de tous les points sur l'image. L'appareil est basé sur ce résultat théorique, à savoir que le plan du négatif et le plan de l'image, suffisamment prolongés, doivent se couper dans le plan perpendiculaire à l'axe de l'objectif mené par le centre optique de cet objectif. Il existe bien des moyens pour lier (de façon à travailler automatiquement) les deux châssis avant et arrière de l'appareil rectifieur, conformément à ces prescriptions. Le brevet de M. Carpentier est basé sur le fait de la liaison géométrique de ces deux châssis suivant la condition théorique[4]. M. Gillon a tout récemment construit un appareil donnant de ce problème une très bonne solution pratique.

1605. Atelier vitré. — On a récemment[5] préconisé la forme d'atelier vitré admettant un seul vitrage incliné (**I**, p. **442**). Après avoir travaillé pendant plusieurs années dans un atelier de forme carrée établi d'après les plans donnés par Robinson dans son ouvrage *l'Atelier du photographe*, nous sommes revenus à l'ancienne forme d'atelier (vitrage vertical supportant une toiture vitrée), mais avec sablière métallique aussi faible que possible. Au lieu de verre double, nous préférons l'emploi de dalles striées de Saint-Gobain de dimensions aussi grandes que possible (2m80 de long sur 0m85 de large) pour le vitrage de la toiture. Cette disposition permet d'ailleurs de réaliser facilement tous les effets d'éclairage (**I**, p. **445**).

M. Pizzighelli a préconisé le dispositif suivant. Dans une galerie de 5 mètres sur 3 mètres environ, orientée de l'est à l'ouest, on établit une paroi vitrée sur la face nord et sur la toiture, les autres parois étant pleines. On installe devant le vitrage un écran mobile, transparent, de petite

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1896, p. 536. — 2. *British Journal of Photography*, 1896, p. 550; *Camera oscura*, mars et mai 1900. — 3. Brevet français, 306108 du 8 décembre 1900. — 4. *La Photographie*, 1901, p. 108. — 5. *Allgemeinen Photographen Zeitung*, 1899.

dimension, et on place à l'opposé un réflecteur également mobile. Cette disposition permet d'obtenir tous les jeux de lumière.

M. Faller[1] a construit un châssis porte-fonds universel disposé de telle façon qu'une toile peinte qu'on y a fixée, s'enroulant et se déroulant alternativement sur les deux rouleaux auxquels ses deux extrémités sont clouées, présente les uns après les autres les fonds de décors de différents sujets. Un dispositif spécial qu'on fixe au pied du bâti peut recevoir une ou plusieurs toiles peintes additionnelles qui, appropriées aux styles des fonds contenus sur la toile sans fin, les changent en fonds continus.

1606. Poudres-éclairs. — M. Londe[2] a fait construire un appareil destiné à mesurer la durée de combustion des photo-poudres employées en photographie. On mesure la durée de la combustion de l'éclair magnésique en enregistrant le nombre de vibrations d'un diapason portant un écran percé d'un trou. La lumière produite par l'éclair passe par cette ouverture et va tracer une sinusoïde sur une plaque sensible animée d'un mouvement uniforme. Chaque vibration correspondant à un millième de seconde, on a ainsi la durée de combustion avec une très grande exactitude.

Chaque essai a été répété trois fois et fait sur 1 gramme de photo-poudre. L'inflammation était obtenue électriquement par la fusion d'un fil fin en platine traversant la masse ; la charge était disposée en tas sur l'amorce électrique. Les chiffres suivants indiquent pour les diverses poudres la durée de la combustion en millièmes de seconde :

Poudre Didda	220
Bouillaud (Zirconia) n° 1	140
— — n° 2	50
— — n° 3	64
— — n° 4	38
Bouillaud (Silénium)	90
Duc	80
Mamet	200
Argentorat	100
Poudre étrangère A	70
— B	134
Klary (poudre détonnante)	32
Lievain	70
Echantillon poudre Cristallos 1	50
— 2	170
— 3	65
— 4	100
Photo-éclair	64
Poudre allemande	70

Comme on le voit, la plupart de ces préparations brûlent en 0s1 environ. Toutes celles dont la durée de combustion est plus grande que à 0s100 ne conviennent pas pour l'obtention des portraits ; les mouvements involon-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 203. — 2. *Ibid.*, p. 344

taires du modèle et surtout l'occlusion des yeux sont à craindre lors de la production soudaine de l'éclair.

Dans bien des poudres, le mélange n'est pas homogène ; pour obtenir le maximum d'actinisme, il est indispensable que ce mélange soit aussi intime que possible. Avec l'inflammation à l'aide d'un fil de platine rougi par l'électricité, l'intensité lumineuse atteint très rapidement le maximum d'éclat; la durée d'action sur la plaque sensible n'est pas égale à la durée de combustion.

Lorsque l'on utilise soit l'éclair magnésique, soit la poudre métallique pour l'éclairage d'un portrait, il est indispensable que le sujet ne soit pas placé trop près de la source de lumière ; dans tous les cas, il est très utile d'interposer entre la flamme et le sujet à photographier un écran qui diffuse la lumière si elle provient d'une seule source ; ceci est d'ailleurs moins nécessaire si l'on utilise simultanément l'éclair et la lumière du jour.

La mise au point d'un sujet dans l'obscurité peut être affectuée à l'aide d'un artifice assez simple ; au lieu de la flamme d'une lumière placée dans un endroit sur lequel on désire mettre au point, on se sert, en outre, d'un verre dépoli avec des lignes tracées à l'encre noire que l'on met devant la lumière. Ces lignes apparaissent sur le verre dépoli d'une façon bien plus distincte qu'une simple flamme [1].

La poudre d'aluminium que l'on vend dans le commerce des couleurs sous le nom de poudre d'argent peut être employée en place de magnésium pour produire la lumière-éclair. M. Demole emploie un mélange formé de 1 partie d'aluminium en poudre et 2 parties de permanganate de potassium.

L'inflammation des poudres-éclairs peut être produite à l'aide d'appareils de formes très variées ; un des plus simples consiste en une petite cuvette [2] placée à l'extrémité d'une lame flexible qui peut être bandée en l'accrochant à une gâchette très simple fixée sur un support ; un tube de cuivre formant lampe à l'alcool est placé à peu de distance de la cuvette et reçoit la poudre projetée par celle-ci, poudre qui prend feu au contact de la lampe.

L'emploi de l'éclair magnésique entraîne avec lui la production de fumée. M. P. Clerc a montré que le problème d'une poudre magnésique sans fumée ne peut se résoudre que par approximation. Dans les poudres au magnésium, la fumée augmente avec la proportion d'oxygène cédée par le corps oxydant. Elle peut se réduire à zéro pour une proportion convenable d'oxygène ; au contraire, quand la proportion de ce constituant est trop considérable, il se produit des surpressions locales qui provoquent la projection de particules solides résiduelles, M. P. Clerc définit de la façon suivante le pourcentage de fumée : c'est la différence entre le poids initial de la charge et le poids du résidu solide après la combustion divisé par le poids de la charge. Ainsi, une cartouche de 1 gramme, laissant un résidu de 0gr70, donne 100 — 70 = 30 % de fumée [3].

Pour retenir le plus possible la fumée, M. Ch. Henry a cherché à employer corps très lourd, le bioxyde de baryum, qui est difficilement projeté à faible distance et retombe par son propre poids. La poudre préparée est noyée dans du collodion, dont les produits de combustion constituent une atmos-

1. *Photo-Gazette*, 1900, p. 160. — 2. *Ibid.*, 25 novembre 1897. — 3. *La Photographie*, 1898, p. 100.

phère réductrice très propre à la dissociation du bioxyde de baryum à la température la moins élevée possible. Cette poudre est inexplosible; malheureusement, les fumées des composés du baryum sont dangereuses à respirer.

On peut obtenir un bon éclair magnésique en mélangeant 3 parties de magnésium finement porphyrisé, 4, 5 parties de permanganate de potassium et 1 partie de sulfure d'antimoine. Toutes ces substances doivent être pulvérisées séparément; lorsqu'elles sont en poudre impalpable[1], on les mélange en proportion convenable et on les passe plusieurs fois au tamis n° 180.

M. Kessler a recommandé l'emploi d'une poudre contenant 1 partie de magnésium pour 2 parties de persulfate de potassium : ce mélange donne moins de fumée que celui obtenu à l'aide du perchlorate de potassium; il donne aussi moins de lumière[2].

M. Weiss a imaginé une lampe dans laquelle l'inflammation de la poudre-éclair est produite à l'aide d'une allumette qui prend feu à proximité de la poudre. Le mélange est formé d'aluminium porphyrisé et de perchlorate de potassium. Les proportions du mélange doivent varier suivant la rapidité de déflagration qu'on veut obtenir; elles oscillent de 85 à 40 °/o de perchlorate pour 15 à 60 °/o d'aluminium; une proportion de 25 °/o d'aluminium et de 75 °/o de perchlorate de potasse donne de bons résultats[3].

L'emploi de l'aluminium a été indiqué en 1891 par Villon, qui utilisait comme agent comburant le perchlorate de potasse. On peut d'ailleurs utiliser le chlorate ou le permanganate de potasse. L'actinisme de la lumière de l'aluminium comparée à celle du magnésium paraît être deux fois plus considérable[4].

La lampe construite par M. Klary, sous le nom de *Météor*, est du même genre[5]. Par la pression d'un ressort, elle projette dans une large flamme d'alcool de la poudre-éclair.

Le Congrès de Chimie appliquée, tenue à Vienne en 1898, a décidé de désigner sous le nom de *poudre de magnésium* le métal en poudre destiné à être brûlé dans les lampes, et sous le nom de *poudre-éclair* le mélange de métal pulvérisé et de substances oxydantes, mélange qui peut détonner sous l'influence d'un choc.

Le mélange de 25 °/o d'aluminium avec le magnésium est avantageux. M. Lainer[6] a constaté qu'un mélange de magnésium en poudre et de nitrate d'ammoniaque donnait une poudre-éclair ne fournissant que très peu de fumée. Le nitrate d'ammoniaque attirant l'humidité de l'air, il convient de le fondre et de le conserver dans un récipient bien bouché. Pour obtenir le minimum de fumée, il faut que les deux produits soient très secs, finement pulvérisés et soigneusement mélangés. On étend la poudre-éclair soit sur du fulmi-coton, soit sur du papyroxile. Le mélange qui paraît présenter le plus grand pouvoir actinique est formé de deux parties de magnésium et une partie de nitrate d'ammonium. Le mélange doit être fait sur une feuille de papier en se servant d'une barbe de plume pour

1. *Phot. Correspondenz*, 1897, n° 455. — 2. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1898, p. 343. — 3. *British Journal of Photography*, 1er avril 1898. — 4. *Revue suisse de photographie*, 1898, p. 263. — 5. *Le Photogramme*, 1898, p. 80. — 6. *Phot. Correspondenz*, 1899.

remuer les deux poudres, qui doivent être séparément pulvérisées et bien séchées.

M. Klary a démontré que pour obtenir de bons effets d'éclairage par l'emploi de la lumière au magnésium, il était indispensable d'opérer en utilisant une flamme d'une certaine étendue, dont la lumière, réfléchie par un écran blanc, se diffuse suffisamment; on éclaire les ombres au moyen de réflecteurs. Pour les groupes comportant plusieurs personnages, on doit éclairer toutes les personnes de la même manière, et il faut alors utiliser plusieurs éclairs magnésiques[1].

M. Bouillaud[2] utilise d'une façon systématique la lumière artificielle pour l'obtention des portraits, et ce procédé fournit aux photographes qui l'emploient de très sérieuses ressources pour les épreuves de grande dimension que l'on obtient, comme les autres, instantanément. L'atelier vitré doit être modifié. On supprime le vitrage et on dispose une grande lanterne en forme de meuble mesurant environ 3 mètres de hauteur, $2^{m}50$ à 3 mètres de largeur et $0^{m}80$ de profondeur. Ce meuble peut pivoter sur son centre, de telle manière qu'il est possible de faire varier son orientation par rapport au modèle. Le mélange éclairant, distribué par petites parties, est disposé à l'intérieur de l'appareil; l'obturateur de l'appareil photographique commande les inflammateurs électriques qui provoquent la combustion de la poudre. Ce meuble se construit en deux dimensions, l'une destinée aux professionnels, l'autre aux amateurs; l'un et l'autre peuvent être reliés à une cheminée d'appel qui entraîne la fumée.

Le Comptoir suisse de photographie[3] a établi une lanterne fumivore pour la poudre-éclair. Elle est formée d'une caisse de bois dont les côtés sont garnis d'une étoffe assez ample pour emmagasiner toute la fumée produite sans qu'elle puisse se répandre dans la pièce; le fond porte un réflecteur et le devant est couvert d'une glace qui laisse passer toute la lumière. Quand l'éclair a été produit, on porte la lanterne soit à une fenêtre, soit devant une cheminée; on ouvre la lanterne par le haut pour laisser échapper la fumée et l'on peut recommencer une nouvelle opération.

M. Courrier a établi, sous le nom de *Modern-Photo*, un appareil composé éventuellement d'une coupelle destinée à recevoir la charge de poudre-éclair; elle est mobile sur un pied-ressort qui permet de la fixer à hauteur voulue. Un percuteur a ressort, à déclenchement pneumatique, détermine, au moyen d'une petite capsule, l'allumage de la poudre-éclair. Une étoffe ignifuge et translucide, étendue sur des cerceaux qui forment cage autour de la coupelle, empêche la fumée provenant de la combustion de la poudre de se répandre dans la salle où on opère. A l'aide d'un tuyau en étoffe, on peut assurer l'évacuation de la fumée entre deux opérations[4].

L'emploi de l'éclair magnésique nécessite un mode d'allumage à distance et, dans ce but, on utilise soit des piles, soit des accumulateurs, appareils qui ne sont pas facilement transportables. On a récemment construit une petite lampe au magnésium permettant d'effectuer cette inflammation à distance. L'appareil se compose d'une gouttière destinée à contenir la

1. *Le Photogramme*, 1899, p. 56. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 175. — 3. *Revue suisse de photographie*, 1898, p. 70. — 4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 218.

poudre-éclair et d'une pile sèche, de forme cylindrique, très portative : cette pile produit un courant suffisant pour enflammer l'amorce spéciale livrée avec l'appareil[1]. La pile sèche peut fournir un grand nombre de déflagrations sans être rechargée.

Un des appareils les plus simples pour l'inflammation des poudres-éclairs consiste en une petite cuvette placée à l'extrémité d'une lame flexible qui peut être bandée en l'accrochant à une gachette ordinaire fixée sur un support; un tube de cuivre formant lampe à alcool est placée à peu de distance de la cuvette et reçoit la poudre projetée par celle-ci, poudre qui prend feu au contact de la lampe.

Les diverses poudres-éclairs absorbent plus ou moins vite l'humidité de l'atmosphère, aussi doit-on les conserver dans des flacons bouchés au liège parafiné et non à l'émeri, car l'ouverture ou la fermeture du flacon expose à l'explosion de toute la masse. On peut aussi, et c'est un procédé très pratique pour le voyage, conserver les diverses charges de poudre-éclair enveloppées dans une feuille de papier d'étain, renfermé lui-même dans un papier paraffiné; on évite ainsi l'action de l'humidité. Cette action est d'ailleurs supprimée en conservant les photo-poudres dans des cartouches de celluloïd.

1607. Emploi des poudres métalliques. — Les poudres métalliques ou les métaux brûlant soit dans l'air, soit dans l'oxygène, ne permettent pas des durées de pose plus courtes que $0^s,25$; mais elles ne présentent pas les dangers que l'on rencontre dans l'emploi des poudres-éclairs.

M. Kösling[2] dispose un ruban de magnésium dans un récipient en verre qui contient de l'oxygène : l'allumage est produit par l'intermédiaire de poudre de magnésium enrobée dans du collodion auquel le feu est mis par un fil d'acier chauffé par un courant électrique. La lumière est beaucoup plus vive que celle produite par la combustion du magnésium dans l'air et la fumée reste dans le récipient. Le dispositif employé est facile à réaliser[3]. On utilise des flacons à large ouverture, d'un demi-litre de capacité, dont le fond donne passage à deux fils de cuivre; ce fond est de plus protégé par une couche de plâtre solidifiée destinée à recevoir les particules de magnésium incandescent qui briseraient le verre. Le flacon est bouché par un obturateur de métal. Le ruban, coupé à la longueur voulue, est fixé au couvercle, et son extrémité inférieure qui est recourbée reçoit un bout de fil de fer très mince. Au point de la ligature, on verse un peu de collodion que l'on saupoudre de magnésium, puis on relie les fils de fer aux fils de cuivre; cela fait, on remplit d'oxygène et on ferme le flacon. Au moment voulu, on fait passer le courant d'un accumulateur de 12 volts. La durée de la combustion est de deux à quatre secondes; il est nécessaire d'enflammer simultanément un certain nombre de ces flacons lumineux.

Au lieu de poudre de magnésium que l'on brûle dans les lampes spéciales, on peut utiliser soit l'aluminium, soit le magnalium, alliage d'aluminium et de magnésium d'un pouvoir actinique au moins aussi grand

1. *Photo-Gazette*, 1901, p. 202. — 2. *Phot Mittheilungen*, 1er avril, 1898. — 3. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1898, p. 188.

que celui du magnésium et présentant sur ce dernier l'avantage d'une conservation en quelque sorte indéfinie au contact de l'air.

1608. Appareil pour le montage des épreuves. — MM. Derepas frères ont imaginé une machine à monter les épreuves, supprimant colle, pinceau et presse à satiner. Elle se compose essentiellement d'une presse dont le plateau est chauffé par une rampe à gaz ou à alcool. On interpose, entre l'épreuve à coller et le carton, une feuille très mince d'une préparation adhésive et l'on donne sur le tout un coup de presse. L'épreuve est ainsi collée à sec, ce qui évite les déformations dues à l'extension du papier humide, les épreuves collées à la colle étant plus ou moins déformées. Cette machine permet de coller avec la plus grande facilité plusieurs feuilles les unes sur les autres en réservant les marges, pour obtenir, par exemple, des images qui ont l'apparence de gravures sur Chine[1].

1609. Boites à rainures. — Les négatifs doivent être conservés dans des boîtes à rainures, surtout s'ils sont de dimensions un peu grandes. Les boîtes qui servent à emballer les plaques sensibles ne sont pas pratiques pour cet objet, car on risque de rayer plus ou moins les négatifs en les recherchant; de là l'usage des classeurs à rainures. Pour le format du vérascope ($0^m045 \times 0^m107$). M. Guibert a adopté l'un des modèles utilisés pour le classement des préparations microscopiques. C'est une boîte à rainure ayant l'aspect extérieur d'un livre; on peut la placer dans une bibliothèque. Chaque négatif ayant un numéro d'ordre, il devient facile de le retrouver dans le volume qui le renferme.

M. Jourdan[2] a établi des photo-classeurs encore plus simples : ce sont des boîtes ordinaires avec rainures en carton ondulé; elles se font dans toutes les dimensions et leur mode de fabrication, très simple, permet de les livrer à bon marché,

Pour les diapositives destinées aux projections et dont la couche constituant l'image est préservée par un verre incolore, il suffit de boîtes ordinaires. Pour le transport à une séance de projection, on se servira de boîtes munies d'un récipient métallique à eau chaude pour empêcher la buée de se condenser à la surface du verre, circonstance que l'on n'évite pas toujours dans les conditions ordinaires de transport de ces plaques.

1610. Appareil pour retoucher les négatifs. — On peut retoucher assez facilement les négatifs en utilisant l'*Alénographe* de Klary. C'est un simple tube de carton porté sur un pied à tubes rentrant, qui permet de monter ou de descendre le tube supérieur qui, lui même, peut s'incliner. Si l'on veut retoucher un négatif, on présente l'extrémité du tube supérieur devant la partie à retoucher et on place l'autre extrémité du tube entre les lèvres, sans souffler. La seule vapeur de l'haleine ramollit assez la gélatine pour qu'il soit

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 197. — 2. *Photo-Gazette* 1900, p. 118.

possible, au moyen d'un stylet de métal, de pratiquer à l'endroit qu'il s'agit de retoucher soit un pointillé, soit des stries qui, en comprimant la gélatine, créent une opacité équivalente à l'apport d'une substance opaque[1].

M. Fritsch a construit une loupe spécialement utile pour la retouche : elle permet d'observer un objet rapproché avec les deux yeux sans aucune convergence des axes visuels; elle agit donc comme une jumelle et, par conséquent, ne fatigue pas l'un des yeux, ce qui se produit avec les loupes ordinaires. L'instrument est monté sur une tige, comme la loupe des graveurs, ou sur une tringle horizontale, de manière qu'on peut la tenir au-dessus du négatif à retoucher. Les deux lentilles doubles, achromatiques, sont collées sur un système de prismes à 45° qui réfléchissent l'image. Une crémaillère permet d'éloigner ou de rapprocher les oculaires, de telle sorte que la loupe relief peut s'accommoder à toutes les vues. Cet appareil est construit en trois dimensions donnant des grossissements de cinq, sept et dix diamètres.

BIBLIOGRAPHIE.

Boutreaux (Capitaine). *La téléphotographie.*

Cole (A.). *Treatise on Photographic Optics.*

Eder (Dr J.-M.). *Jarbuch fur Photographie und Reproductions Technick,* 1897 à 1901.

Gotz (J.-R.). *Conjugate foci.*

Moessard (P.). *L'optique photographique.*

— *L'objectif photographique.*

Mullin (A.), *Traité élémentaire d'optique instrumentale et d'optique photographique.*

Osmond (H. d'). *La pratique de la lumière-éclair.*

Reyner (A.). *Les petits travaux du photographe.*

Röhr (Dr M. Von). *Zur Geschichte und Theorie der Photographischen Teleobjectivs.*

— *Theorie und Geschichte der photographischen Objektivs.*

Schmidt (Hanz). *Das Fernobjectiv.*

1. *Revue suisse de photographie,* 1900, p. 240.

LIVRE II.

PHOTOTYPES NÉGATIFS.

CHAPITRE PREMIER.

PROCÉDÉ AU COLLODION.

§ 1. — Collodion avec bains.

1611. Renforcement des négatifs sur collodion. — Le renforcement des négatifs obtenus par le procédé au collodion humide (**II**, p. 106) est souvent laborieux; le moyen indiqué par M. Warnerke[1] permet d'obtenir des noirs très intenses. M. Féry a modifié ce procédé et opère de la manière suivante. Le négatif doit être très limpide; au besoin, on le passe dans une solution faible de cyanure de potassium ioduré, on le lave et on le plonge dans un bain contenant 25 grammes de sulfate de cuivre et 25 grammes de bromure de potassium. La couche blanchit; on la lave et on l'immerge dans un bain contenant 20 grammes de nitrate d'argent pour un litre d'eau; après lavages on l'immerge dans un bain d'hydroquinone ordinaire. L'action de l'hydroquinone est bien plus rapide si l'on opère en pleine lumière : l'argent qui forme l'image est d'un beau blanc brillant, inaltérable à l'air. Si l'opacité désirée n'est pas atteinte, aussitôt après le lavage on recommence la série de ces opérations, et généralement après le second passage au bain d'argent, l'intensité de la couche est suffisante; le plus souvent, le second passage au bain d'hydroquinone est inutile[2]. On peut même diminuer l'intensité de l'image en dissolvant le bromure d'argent dans un bain de fixage quelconque : l'image est alors constituée par de l'argent réduit et le négatif reprend sa transparence primitive.

L'emploi de ces divers bains ne provoque pas le foisonnement des traits les plus déliés dans le cas des reproductions de gravure, inconvénient qui se produit par l'emploi de certains renforçateurs. Ce procédé est surtout précieux pour le renforcement des négatifs de trait, ou encore pour les négatifs destinés à la phototypogravure.

1. *Aide-Mémoire de photographie pour* 1879, p. 49. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 313.

On renforce quelquefois les négatifs de demi-teintes à l'aide du bichlorure de mercure. Le négatif blanchi dans le bain de bichlorure est soigneusement lavé, puis noirci par le bain d'hydroquinone; on peut augmenter l'intensite de l'image en recommençant plusieurs fois ce traitement.

§ 2. — Émulsion au collodio-bromure.

1612. Sensibilité des émulsions au collodio-bromure. — La rapidité des plaques au collodio-bromure peut être augmentée soit par addition de matières colorantes qui les rendent orthochromatiques, soit par l'emploi d'un bain de carbonate de soude et de gélatine, procédé qui avait été indiqué par Sutton (**II**, p. 162). On étend sur plaque l'émulsion au collodio-bromure, émulsion qui n'a pas été lavée; aussitôt que la couche a fait prise, on la lave pour enlever l'excès de sels solubles dont elle est imprégnée et on la plonge dans un bain préparé avec un litre d'eau, 6 grammes de gélatine et 2 grammes de carbonate de sodium; on laisse sécher dans l'obscurité ou bien l'on utilise la plaque à l'état humide. Le meilleur procédé de développement consiste à employer l'acide pyrogallique avec sulfite de soude et acétone, comme l'ont indiqué MM. Lumière [1]. Le révélateur dont nous indiquons l'usage pour les plaques au gélatino-bromure convient fort bien pour le développement des plaques au collodio-bromure préparées par ce procédé; les négatifs sont intenses et d'une très grande finesse. En employant des dissolutions assez étendues et pas trop chargées d'acétone, le développement s'effectue avec lenteur et l'on obtient des négatifs riches en détails. Si l'on recherche la finesse extrême de l'image, on utilisera l'acide pyrogallique avec ammoniaque.

L'emploi de la diamido-résorcine (**1409**), si avantageux lorsqu'il s'agit de développer les plaques au gélatino-bromure d'argent, ne présente pas d'avantages bien marqués sur celui de l'acide pyrogallique pour les couches au collodio-bromure d'argent; on peut cependant obtenir des négatifs brillants en cas de surexposition, grâce à la sensibilité du révélateur à l'action du bromure.

La sensibilité des plaques préparées avec le collodio-bromure n'est pas assez grande pour que l'on puisse, en général, utiliser ce procédé à l'obtention d'images instantanées. Si l'on cherche à augmenter la sensibilité de l'émulsion, le bromure d'argent passe à l'état grenu; le principal avantage du procédé, qui est la finesse de l'image, disparaît complètement.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, novembre 1897.

CHAPITRE II.

PROCÉDÉ AU GÉLATINO-BROMURE D'ARGENT.

§ 1. — Préparation des plaques.

1613. Epaisseur, dimensions et emballage des plaques. — L'irrégularité de la fabrication des verres employés comme support de l'émulsion au gélatino-bromure ne permet pas de livrer des plaques d'une épaisseur uniforme. Le Congrès international de photographie de 1900 a décidé que le terme *extra-mince* devra s'appliquer aux plaques dont le verre a une épaisseur comprise entre $0^{mm}7$ et 1^{mm}, l'épaisseur de 1^{mm} devant être considérée comme une épaisseur maxima. Le verre mince est celui dont l'épaisseur est comprise entre 1^{mm} et 3^{mm}.

Il convient de réserver le verre extra-mince aux formats inférieurs à 8×9, le verre mince pour les formats 9×12 à 9×18, et enfin le verre ordinaire pour le format 13×18 et ceux au-dessus.

En Angleterre, l'usage constant du commerce photographique veut que les plaques soient coupées à un format légèrement inférieur au format nominal ($1^{mm}5$ pour les formats supérieurs au quart de plaque). Cette irrégularité dans le coupage est nécessaire pour permettre l'introduction de ces plaques dans les châssis et porte-plaques, dont l'ouverture est exactement égale au format nominal. Tout changement dans ces habitudes rendrait inutilisables les châssis actuellement en service; il en résulterait une perturbation grave dans le commerce photographique et il est impossible d'imposer aux fabricants de verres pour plaques des limites de coupage que l'on n'a pas exigé d'eux jusqu'à ce jour.

MM. Lumière ont fait breveter un mode spécial de fermeture pour les boîtes renfermant les plaques photographiques. Sous la bande de papier noir utilisée pour sceller la boîte à son couvercle, ils placent un lacet qui dépasse la bande de fermeture à l'une de ses extrémités; le lacet est maintenu par une étiquette légère qui l'empêche de flotter. Pour ouvrir la boîte, il suffit de tirer la partie visible du lacet qui, arrachant la bande gommée, met à nu la jonction du couvercle.

M. Prinz [1] a constaté que les plaques exposées et emballées avec interposition d'une feuille de papier donnent en général des négatifs gris et sans vigueur; les plaques pour lesquelles on ne prend pas ces précautions et qui sont simplement empilées les unes sur les autres donnent de très beaux négatifs. La Commission d'études pour la conservation des préparations

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1899, p. 563.

sensibles a constaté que la conservation d'une même qualité de plaque peut être prolongée par la nature de l'emballage. Les bons fabricants de plaques utilisent des modes d'emballage qui se valent sensiblement. La période d'utilisation pratique des plaques est de beaucoup augmentée en supprimant les soufflets et en séparant les couches sensibles, mises face à face, par des feuilles de papier Rives (10 kilogrammes pour le format coquille, et surtout des feuilles de papier buvard de Rives 30 kilogrammes, format raisin); ces papiers avant leur emploi sont 1mm à 2mm plus petits que le format des plaques et conservés plusieurs mois à l'obscurité.

1614. Préparation de l'émulsion. — M. Wollenbruch a indiqué un mode de préparation d'une émulsion très sensible et dépourvue de grain : il remplace la maturation par l'action du courant électrique; il prépare une solution de gélatine à laquelle est ajoutée d'abord une solution hydro-alcoolique d'une résine, puis une solution d'azotate d'argent. Ce mélange est refroidi, découpé en menus fragments et introduit dans un vase métallique dont l'intérieur a été platiné et au centre duquel plonge une tige d'argent ou de métal argenté. On met le vase et la tige argentée en communication avec les pôles d'une pile à courant constant; on recouvre le mélange d'une solution de bromure de potassium à 2 % environ : le sel d'argent est ainsi transformé en bromure. Plus l'on prolonge l'action du courant, plus s'accroît la sensibilité, mais plus la dimension du grain augmente; il est d'ailleurs avantageux d'avoir recours à un courant faible. Le lavage et l'étendage de l'émulsion ne présentent rien de particulier[1].

On peut préparer une émulsion donnant des images très fines en suivant les indications données par M. Spencer B. Newbury[2]. On fait gonfler 8 grammes de gélatine Nelson n° 1, puis on fait dissoudre au bain-marie de façon à obtenir un volume total de 300 c. c. D'autre part, on fait une dissolution d'acide chlorhydrique pur et concentré dans un litre d'eau; on ajoute 4 c. c. de cette dissolution à la solution de gélatine qui est ainsi assez fortement acidifiée; à la dissolution acide on ajoute 32 gr. 5 de nitrate d'argent cristallisé et 25 grammes de bromure de potassium; on agite jusqu'à émulsification complète : l'émulsion ainsi obtenue est d'un grain très fin et l'addition de nitrate d'argent avant le bromure ne donne pas de mauvais résultats parce que la gélatine n'est pas alcaline. A l'émulsion ainsi préparée, on ajoute 10 grammes de gélatine préalablement gonflée dans l'eau distillée; on mélange le tout et on fait prendre immédiatement dans l'eau glacée. La gelée obtenue est divisée, lavée, redissoute au bain-marie de façon que la température ne dépasse pas 50° centigrades; on ajoute 40 c. c. d'alcool, on mélange et on amène le volume à 600 c. c. d'eau. On peut s'en servir soit immédiatement, soit après mûrissement de deux ou trois jours, mais dans ce cas les images ne sont guère plus fines que celles obtenues par l'emploi des plaques que l'on trouve dans le commerce.

M. Blanc a conseillé l'emploi de l'alun pour obtenir une couche de gélatino-bromure se gonflant très peu sous l'action de divers bains auxquels sont soumises les plaques. Il utilise la gélatine modifiée par l'alun, emploie toute la gélatine pendant la durée de la maturation, et lorsque l'émulsion

1. *Deutsche Photographen Zeitung*, 1899. — 2. *Photography*, 22 septembre 1897.

est mûrie, il la traite par l'alcool. La préparation préliminaire se fait de la manière suivante : 30 grammes de gélatine sont gonflés par l'eau froide; on fait dissoudre au bain-marie et à cette dissolution on ajoute peu à peu, en agitant fortement, 50 c. c. d'une solution d'alun à saturation; on fait disparaître le magma qui se produit; pour cela on élève la température du bain-marie et on ajoute peu à peu quelques pincées d'acide citrique; le tout devient liquide sous l'influence de la chaleur et de l'acide. Ce résultat étant obtenu, on verse la solution dans une cuvette de porcelaine; la gélatine fait prise, on la lave, on la fait égoutter et l'on prélève 50 grammes de cette gélatine gonflée par l'eau; on la fait dissoudre dans 30 c. c. d'eau distillée à laquelle on ajoute 15 grammes de bromure d'ammonium; la dissolution étant complète, on l'additionne en une seule fois et dans l'obscurité d'une dissolution de nitrate d'argent ammoniacal préparée avec 20 grammes de nitrate d'argent cristallisé, 150 c. c. d'eau et une quantité d'ammoniaque suffisante pour redissoudre le précipité qui s'est d'abord formé; cela fait, on ajoute le restant de la gélatine lavée. On fait mûrir au bain-marie, à la température de 40° centigrades, jusqu'à ce qu'une petite quantité de l'émulsion étendue sur une plaque de verre et figée laisse passer avec une teinte verdâtre la flamme d'une bougie; il suffit le plus souvent d'une heure ou d'une heure et demie pour atteindre ce résultat. L'émulsion est alors abandonnée au refroidissement; on lave, on fait égoutter la gelée obtenue et on la recouvre d'une couche d'alcool; on la laisse pendant une nuit en cet état; on lave de nouveau pour éliminer l'alcool, on fait dissoudre le tout et on étend sur plaque[1].

Liesegang a constaté que le grain que présente un négatif varie pour une même émulsion suivant le traitement que la plaque a subi. Si la plaque a été sous-exposée, développée à l'acide pyrogallique avec une forte proportion d'alcali (carbonate de soude sans addition de sulfite), le grain est très apparent; il en est de même si le séchage se fait avec rapidité. Pour éviter le grossissement du grain, il ne faut donc pas développer dans un bain trop alcalin et ne pas sécher trop rapidement[2].

M. le capitaine Abney a montré que l'épaisseur de la couche de gélatino-bromure étendue sur plaque a une grande influence sur l'activité du développement. Les plaques à couche épaisse, qui absorbent plus de lumière, donnent un développement plus actif; les radiations vertes ne sont absorbées que par les plaques à couches très épaisses[3].

1615. Emploi de diverses substances. — M. Mercier[4] a constaté que certaines substances ajoutées à l'émulsion modifient considérablement les propriétés de celle-ci; par cette addition, on peut préparer des plaques admettant de très grands écarts dans la durée des temps de pose. C'est ainsi que si l'on traite la plaque avant l'exposition par un liquide contenant par litre d'eau, soit 25 grammes d'émétique, soit 20 grammes de morphine, soit 10 grammes de codéïne, et qu'on laisse sécher, l'image développée avec un bain d'hydroquinone fournit de très bons négatifs lorsque la

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 449. — 2. *Phot. Archiv.*, n° 792. — 3. *Camera Club*, 1899. — 4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 430.

durée de l'exposition a été notablement prolongée au delà du temps nécessaire.

La plupart des réducteurs développateurs ajoutés en quantité extrêmement faible à l'émulsion argentique permettent d'obtenir le même résultat. Les substances les plus actives sont l'amidol, le métol, l'ortol et l'apocodéïne, employées à la dose de un à deux décigrammes par litre d'eau, en laissant les solutions s'oxyder préalablement au contact de l'air. L'amidol oxydé, employé avant la pose, donne toujours et avec toutes les plaques du commerce de puissants négatifs, même avec une exposition mille fois trop grande. On fait tremper la plaque à utiliser dans ces bains, on laisse dans l'obscurité, et on peut développer avec certitude de réussite, même quand on a très notablement dépassé la durée du temps de pose; mais pour éviter l'action des micro-organismes sur les plaques et les taches qui en résultent, il est bon d'additionner ces divers bains d'une minime quantité de solution alcoolique de thymol; on filtre les dissolution avant de les employer.

En ajoutant au gélatino-bromure d'argent formant la couche sensible une certaine quantité d'un sel d'antimoine ou d'arsenic au minimum, associé à un sel organique, tel que les citrates, tartrates, etc., on obtient les mêmes résultats. L'émétique peut être utilisé avec toutes les plaques sensibles du commerce, à condition de les développer avec un révélateur à l'hydroquinone et au carbonate de soude bromuré. On emploie une solution contenant 25 grammes d'émétique pour un litre d'eau distillée; on plonge la plaque pendant une minute et demie dans ce bain, on chasse l'excès de liquide et on laisse sécher dans l'obscurité. Ce traitement peut d'ailleurs être fait après la pose. L'image se développe rapidement avec le bain à l'hydroquinone, révélateur qui doit être employé à l'exclusion de tout autre.

La tolérance pour l'excès de pose est moins grande avec la morphine et la codéïne qu'avec l'émétique, car le développement de tout l'ensemble de l'image est rapide, sans contrastes.

On peut introduire dans la couche sensible certains révélateurs non oxydés et les y maintenir en cet état; on peut employer l'ortol, le métol, les sels d'ésérine, l'acide pyrogallique, etc. On traite les plaques pendant deux minutes par une solution contenant de un à deux décigrammes de substance dissoute dans un litre d'eau distillée, et l'on acidifie légèrement avec une petite quantité d'acide acétique, quantité qui devra être un peu moins grande si les plaques utilisées ont une réaction acide. Les plaques acides donnent, comme avec la morphine, les meilleurs résultats. Les plaques ainsi préparées se conservent assez bien; celles préparées avec le métol ou l'ortol présentent l'inconvénient de se teinter en jaune après le fixage.

M. J. Jougla[1] a mis dans le commerce des plaques préparées d'après les indications de M. Mercier. La nature de l'émulsion avec laquelle est préparée cette plaque est toute spéciale. Par l'emploi judicieux de trois bains à l'hydroquinone : 1° ordinaire, 2° accéléré, 3° très bromuré, on peut corriger les écarts de pose mieux qu'on ne pourrait le faire par l'emploi d'autres plaques. Le bain d'hydroquinone et de métol, qui généralement fournit des négatifs durs, donne avec la plaque *Intensive* des négatifs transpa-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 227.

rents dans les noirs. Il convient d'employer avec cette plaque un bain de développement contenant, pour un litre d'eau distillée : 10 grammes d'hydroquinone, 30 grammes de sulfite de soude anhydre, 60 grammes de carbonate de soude, 0ᵍ50 à 1 gramme de bromure de potassium. En cas de manque de pose, on peut ajouter à ce bain 2 à 3 grammes de métol par litre ou mieux 5 à 10 grammes du produit dénommé accélérateur intensif Mercier que l'on peut remplacer par un mélange contenant 20 grammes d'ortol, 20 grammes de métol, 10 grammes d'iconogène en cristaux, 13 grammes de sulfite de soude anhydre, 35 grammes de sel ammoniac. En cas de forte surexposition, dépassant cinq à six fois la pose normale, l'image vient trop vite dans le bain ordinaire d'hydroquinone bromuré (sans accélérateur ni métol). Il convient alors d'employer le même bain additionné de 4 à 5 grammes de bromure par litre; enfin, si l'image venait trop vite, on doublerait encore la dose de bromure. La plaque l'*Intensive* ne permet pas les poses extraordinaires que l'on peut obtenir avec les retardateurs seuls comme l'amidol oxydé.

1616. Plaques anti-halo. — MM. Guilleminot et Roux fabriquent des plaques au gélatino-bromure qui fournissent des négatifs ne présentant pas l'insuccès connu sous le nom de halo. Ces plaques sont préparés à l'aide de deux couches superposées, dont l'une, celle qui est au contact du verre, est à l'iodure d'argent insensible à la lumière; elle intercepte le retour à la couche sensible des rayons provenant de la réflexion dans la masse vitreuse.

On a préparé les plaques anti-halo en employant une couche préliminaire de collodion à l'aurine; c'est sur cette couche que l'émulsion est étendue. Lorsque le négatif est terminé, il suffit de le laver à l'alcool pour enlever la matière colorante; ce lavage est assez pénible.

MM. A. et L. Lumière[1] ont fait breveter en juillet 1891 l'emploi de plaques photographiques constituées par une couche sensible à la lumière, et reposant sur des sous-couches colorées à l'aide de matières colorantes rouges ou vertes destinées à arrêter les radiations actiniques susceptibles de troubler la netteté des images et jouissant de la propriété d'être décolorées, après développement, par des réactifs appropriés. Il est indispensable d'empêcher la diffusion de la couleur dans la couche sensible qui lui est superposée, et si cette diffusion se produit, il en résulte un affaiblissement notable de la sensibilité. Il faut donc employer des matières colorantes insolubles dans l'eau. MM. Lumière ont d'abord utilisé une matière colorante

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 319.

rouge rubis, qui est décolorée par un mélange d'acétone et de solution saturée de sulfite de sodium.

Tout récemment, MM. Lumière ont livré un sel spécial permettant la décoloration de la couche sous-jacente; il suffit de faire dissoudre ce sel dans l'eau et d'employer immédiatement la dissolution obtenue. Cette couche anti-halo peut servir de support à toutes les variétés d'émulsions (extra-rapides, orthochromatique, etc.).

La Société pour la fabrique de l'aniline à Berlin a mis dans le commerce, sous le nom de plaques « Isolar », des plaques au gélatino-bromure portant, sous l'émulsion, une couche préalable colorée en rouge. Le fixage se fait à l'aide d'un hyposulfite spécial livré par le fabricant au même prix que l'hyposulfite ordinaire.

Les traitements que l'on fait subir à ces plaques sont identiques aux traitements des plaques ordinaires. L'image est exempte de halo si l'on a le soin de s'assurer de la propreté absolue des lentilles de l'objectif et si l'on supprime les réflexions lumineuses sur les parois intérieures de la chambre noire.

Le halo par réflexion ne se produit pas avec l'émulsion étendue à la surface du papier. M. Colson[1] a montré qu'il est possible d'augmenter, dans une mesure qui est loin d'être négligeable, le rendement de la plaque sensible, en étendant d'abord sur le verre une première couche d'un blanc opaque et en coulant par-dessus l'émulsion sensible. On peut, par exemple, obtenir la couche support avec de la gélatine très chargée en chlorure d'argent, moins sensible que le bromure et soluble aussi dans l'hyposulfite de soude, qui fera disparaître l'opacité. Les plaques ainsi préparées avec une émulsion quelconque sont plus rapides et donnent plus de détails que celles préparées avec la même émulsion étendue sur verre d'après les procédés ordinaires. M. Guilleminot utilise une couche de gélatino-iodure d'argent permettant de réaliser assez bien cette condition.

Le Dr E. Vogel a fait observer que par l'emploi des plaques orthochromatiques le halo ne peut être évité en recouvrant l'envers de la plaque de collodion jaune; ce dernier laisse passer une infinité de rayons verts et jaunes dont la réflexion cause le halo. Il vaut mieux employer un collodion rouge qui absorbe la totalité des rayons bleus, verts, jaune-verts, et ne laisse passer que les rayons rouges auxquels ces plaques sont peu sensibles. Ce collodion se compose de 20 parties de solution colorante, 50 parties de collodion à 4 %, 2 parties d'huile de ricin, et 100 parties d'un mélange d'alcool et d'éther. La dissolution colorante est préparée avec 10 parties d'acridine jaune, 4 parties de fuchsine et 120 c. c. d'alcool absolu.

Avec les plaques ordinaires, il suffit d'appliquer au dos de la plaque un enduit préparé avec 1 litre de collodion normal et 4 grammes d'aurine. De meilleurs résultats sont obtenus en utilisant le mélange indiqué par

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 58.

Vogel[1] : dans 500 c. c. d'alcool, on fait dissoudre 3 grammes d'aurantia et 3 grammes d'érythrosine, on ajoute 20 grammes de coton-poudre. Lorsque ce dernier est bien imbibé d'alcool, on ajoute par petites portions, et en secouant fortement chaque fois, 500 c. c. d'éther ; à un litre du liquide ainsi obtenu, on ajoute 10 c. c. d'huile de ricin. Cette addition donne une certaine souplesse à la couche de collodion qu'on ne doit enlever qu'après le séchage du négatif.

Le plus souvent, on peut éviter le halo en appliquant très exactement à l'envers de la plaque une feuille de papier au charbon préalablement trempée dans l'eau, renfermant la moitié de son volume de glycérine et 1 % d'acide salicylique. Ces feuilles peuvent servir pendant fort longtemps, l'acide salicylique empêchant la gélatine de moisir.

A défaut de papier au charbon, on peut enduire le papier qui sert à emballer les plaques d'une mixtion contenant une quantité suffisante d'ocre jaune que l'on incorpore à 60 c. c. de glycérine, 10 grammes de gélatine et 75 c. c. d'eau. Ces feuilles se collent au dos des plaques et restent poisseuses pendant fort longtemps. On a recommandé dans le même but l'emploi de papier noir gommé; mais avec le temps, il se produit des craquelures qui rendent le procédé inefficace. Le papier enduit de pâte de chromographe, lorsqu'il est coloré en bleu ou noir, est à recommander; on trouve ce papier dans le commerce. Pour éviter les bulles d'air, il faut que ce papier soit appliqué à l'aide d'un rouleau en gélatine ou en caoutchouc très souple, la raclette laissant subsister quelquefois des bulles; on peut l'utiliser plusieurs fois. Avant de l'employer, il convient de passer à la surface une éponge ou un linge un peu humide pour augmenter le pouvoir adhésif du composé. On enlève ces feuilles avant de développer, et on les conserve en les plaçant deux par deux, les couches accolées.

Le Dr Precht[2] a recommandé de doubler au dos les plaques avec du papier à fabriquer les fleurs artificielles de couleur rouge foncé. Coupé à la grandeur voulue, ce papier est enduit de paraffine et collé sur le dos des plaques. On peut aussi l'enduire d'huile de ricin, d'essence de cèdre ou de toute substance ayant sensiblement le même indice de réfraction que le verre. Ce procédé est plus compliqué que celui qui consiste à recouvrir l'envers des plaques d'un collodion anti-halo ou d'un mélange de collodion et de vernis mat préparé avec 1 gramme de coton-poudre, 12 grammes d'alcool méthylique, 36 grammes d'éther méthylique, 1 gramme de rouge magenta et 24 grammes de vernis mat employé pour la retouche.

L'enduit composé d'une solution épaisse de gomme arabique et de caramel du commerce est assez efficace. Le sirop obtenu est additionné d'alcool que l'on verse goutte à goutte en agitant le mélange. La proportion d'alcool ajoutée doit être telle que l'enduit étendu en couche mince sur du papier soit sec en une minute. On le conserve dans des tubes en étain avec bouchon à vis. M. Garbe[3] utilise un mélange de 100 grammes d'ocre rouge et 30 grammes de gomme arabique en poudre; les deux substances sont mélangées intimement dans un mortier et l'on ajoute 50 c. c. d'eau additionné de 50 c. c. d'alcool à 90°. Cette mixtion est étendue au dos de la plaque

1. *Revue suisse de photographie*, 1899, p. 243. — 2, *British Journal of Photography*, 1897, n° 1946. — 3. *Photo-Gazette*, 1898.

avec un pinceau; avant de développer, on l'enlève très facilement à l'aide d'une éponge imbibée d'eau.

On a proposé d'ajouter du formol aux diverses mixtures employées pour combattre le halo. M. Roy[1] a constaté que de petites quantités de formol peuvent insolubiliser la gélatine de la couche sensible, empêcher l'action des révélateurs, et provoquer la séparation de la pellicule et du verre; ces inconvénients se produisent dans les laboratoires où l'on manipule le formol au voisinage des plaques sensibles.

Un certain nombre d'enduits préconisés pour combattre le halo présentent l'inconvénient de se craqueler et de se soulever par écailles, ce qui provoque la formation de taches sur le négatif. On évite ces insuccès en utilisant l'enduit indiqué par M. Bankart. On fait une dissolution de caoutchouc dans la benzine et on l'additionne de bitume de Judée pulvérisé jusqu'à ce que la liqueur soit devenue sirupeuse et puisse cependant s'étendre facilement au pinceau sur le revers de la plaque. Pour enlever ce badigeon, on place la plaque, gélatine en dessous, sur du papier buvard, et avec un large ciseau de menuisier, très bien affuté, on racle la couche de bitume qui s'enlève fort bien avant le développement; le peu qui reste est éliminé quand le négatif est terminé.

M. Goddé[2] prépare un enduit solide, dont l'emploi est pratique, en faisant fondre un mélange de 25 grammes de cire à parquet, 35 grammes de paraffine et 35 grammes d'huile de vaseline; quand la fusion est complète, on introduit peu à peu 50 grammes de terre de Cassel; on remue bien le tout pour obtenir un mélange intime et on étend au dos des plaques. Avant de développer, on racle cet enduit avec un couteau à palette ou un ciseau de menuisier.

Une dissolution de savon dans l'alcool coloré présente les mêmes avantages; on prépare cette dissolution en réduisant à l'état de fins copeaux 15 grammes de savon blanc fin que l'on laisse pendant plusieurs jours au contact de 300 c. c. d'alcool absolu; à la dissolution filtrée, on ajoute 3gr5 d'érythrosine et 3gr5 d'aurine. Ce mélange est appliqué à l'aide d'un pinceau; il sèche très rapidement[3].

L'application de l'enduit en couche mince permet d'éviter d'une façon assez complète le halo. M. Hélain[4] a constaté que l'addition de certains produits cristallisables aux solutions de dextrine améliore notablement la tenue sur le verre des couches qu'elle y laisse en séchant; il est à supposer que ces produits forment une cristallisation confuse, douée d'une certaine plasticité; il suffit d'ajouter du chlorure d'ammonium à la dextrine. La proportion doit être faible si l'enduit est destiné à être employé en couche mince, elle doit être fortement augmentée si l'on se propose d'enduire copieusement. Les enduits à base de dextrine recommandés par M. Hélain se préparent de la manière suivante :

I. On imbibe d'alcool 10 à 12 grammes de noir de fumée, on ajoute 100 grammes de dextrine jaune, puis 100 c. c. d'eau dans laquelle on a fait dissoudre 6 grammes de chlorure d'ammonium. On remue jusqu'à l'obten-

1. *Bulletin de la Société lorraine de photographie*, 1900. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 327. — 3. *Phot. Chronik*, 1900. — 4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 526.

tion d'une sorte de peinture bien homogène que l'on n'emploie qu'après vingt-quatre heures pour être certain que toute la dextrine est dissoute.

II. Dans 100 c. c. d'eau on fait dissoudre 10 grammes d'écarlate crocéine, 6 grammes de chlorure d'ammonium et 100 grammes de dextrine jaune.

III. On mélange à sec 100 grammes de dextrine jaune et 200 grammes d'ocre jaune; on triture avec 100 c. c. d'eau tenant en dissolution 6 grammes de chlorure d'ammonium.

IV. On peut utiliser la préparation précédente, mais en réduisant à 25 grammes seulement la proportion d'ocre rouge : l'enduit obtenu est tout aussi efficace que celui préparé d'après la formule III. On peut dire d'une manière générale qu'il n'y a pas intérêt à exagérer les proportions des colorants constitués par des matières pulvérulentes insolubles. Les couches minces d'anti-halo sont aussi efficaces que les couches épaisses, tout au moins quand elles ne sont pas d'une transparence absolue.

Pour enduire de très grandes plaques, on prépare une mixture composée de 100 grammes de solution de métagélatine, 0gr60 de gélatine et 30 grammes d'ocre rouge. La métagélatine s'obtient en faisant bouillir pendant plusieurs heures 12 grammes de gélatine dans 100 c. c. d'eau; on remplace l'eau au fur et à mesure de son évaporation. La mixture préparée s'applique au dos de la plaque à l'aide d'un pinceau ou d'une balayette.

L'application des anti-halo (à base de dextrine ou de gomme), qui sont assez liquides se fait facilement au moyen d'une balayette trempée dans le produit versé à cet effet dans une cuvette à bec légèrement inclinée. La balayette est formée d'une pince serre-papier que l'on trouve dans le commerce et dans les mâchoires de laquelle on introduit une réglette mince recouverte de deux épaisseurs de flanelle; la longueur de la réglette aura 0,007mm à 0,008mm de moins que le plus petit côté du verre à enduire afin d'éviter les taches sur la couche sensible.

La plaque placée sur la planchette spéciale Huilliard (p. 177), ou appuyée sur un morceau de buvard, est maintenue presque verticalement pendant l'opération, et relevée aussitôt après pour permettre à l'enduit de revenir sur lui-même et en égaliser l'étendage; on la dépose ensuite sur une seconde feuille de buvard, où elle sèche plus ou moins rapidement suivant la nature de l'anti-halo.

On peut aussi enduire les plaques à l'aide d'un pinceau dit *queue de morue*. Le pinceau doit être assez petit pour qu'on ait quelque peine, avec la quantité de peinture qu'il contient, à garnir entièrement le dos de la plaque. La couche doit être partout très mince, sans qu'aucune partie du verre apparaisse à nu. On fait sécher dans l'obscurité complète.

La couche d'anti-halo ne doit pas être au contact immédiat des ressorts des châssis; les plaques sont isolées à l'aide d'un léger carton ou d'un papier plusieurs fois replié sur lui-même. Si l'on se sert d'un appareil à magasin, on fait glisser facilement les plaques ocrées dans les porte-plaques métalliques en plaçant derrière chacune d'elles un rectangle de papier à lettre glacé de même dimension dont on a un peu arrondi les angles. Ce papier est entraîné par la couche ocrée qui est un peu rugueuse; l'ensemble de la plaque et du papier glisse facilement sur le métal. La couche étant absolument sèche n'adhère nullement à ces papiers qui peuvent resservir indéfiniment.

Avec certaines mixtures, il suffit, au sortir du châssis, de plonger la plaque dans le bain de développement alcalin qui dissout l'anti-halo; mais il est plus prudent d'enlever la couche avec une éponge humide avant de procéder au développement des plaques. Pour désocrer les plaques de petit format, on utilise un feutre, bien détrempé, mis au fond d'une large cuvette contenant une mince couche d'eau; on y fait glisser dans tous les sens la surface ocrée, et l'enduit ne tarde pas à s'enlever. Cette opération peut être faite dans l'obscurité complète. Pour plus de sûreté, on essuie ensuite légèrement le dos de la plaque avec un tampon de papier Joseph, puis on procède au développement.

Si l'on a utilisé un enduit anti-halo au collodion et si la matière colorante est soluble dans l'eau, il convient de l'enlever avant le développement, en se servant d'un tampon de coton trempé dans un mélange d'éther et d'alcool, manipulation assez ennuyeuse à effectuer dans le cabinet noir s'il n'est pas bien aéré; cette opération est souvent indispensable, car la matière colorante soluble à l'eau peut teinter la gélatine du négatif, et cette coloration ne disparaît pas facilement.

§ 2. — Révélateurs.

1617. Propriétés des développateurs. — Les réactions qui constituent le développement de l'image latente sont dues à un phénomène de réduction totale du sel haloïde d'argent ayant subi l'action de la lumière qui met en liberté l'argent métallique; les révélateurs sont donc des réducteurs[1]. Pour expliquer la réduction par le développateur d'une quantité relativement grande de bromure d'argent après une très courte exposition à la lumière, on peut supposer que l'argent libéré dans la réduction du sous-bromure s'unit aux particules de bromure les plus voisines pour donner une série de sous-bromures moins facilement réductibles que les premiers renfermant une moins grande quantité d'agent et finalement non réductibles à la limite du développement.

L'action réductrice du révélateur peut s'exercer soit en fournissant directement l'hydrogène nécessaire pour l'élimination du brome comme dans les révélateurs organiques, soit, comme cela a lieu dans les révélateurs minéraux, en absorbant l'oxygène de l'eau dont l'hydrogène fixe le brome du bromure.

Il résulte de cette théorie du développement que le révélateur ne continue pas, à proprement parler, le travail de la lumière, mais il le rend seulement apparent. L'expérience prouve, en effet, qu'aucun révélateur, quelle que soit la rapidité avec laquelle son énergie réductrice se manifeste, ne peut rien tirer de plus que les autres d'une plaque insuffisamment posée.

Les réducteurs ne sont point tous aptes à servir au développement de

1. A. Seyewetz, *Le développement de l'image latente en photographie*, p. 14.

l'image latente; on peut les diviser en trois catégories : 1° ceux qui sont sans action sur les haloïdes d'argent exposés à la lumière; 2° ceux qui ne réduisent ces sels d'argent qu'après exposition à la lumière; 3° ceux qui sont susceptibles de réduire les halosels d'argent aussi bien dans l'obscurité qu'à la lumière.

Les seuls corps de la seconde catégorie qui sont aptes à développer l'image latente sont ceux qui réalisent les conditions suivantes :

1° Ils ne doivent pas décomposer l'eau directement, mais être assez avides d'oxygène pour que la décomposition de l'eau puisse se produire sous l'influence du brome du bromure d'argent;

2° Les produits d'oxydation du développateur ne doivent pas détruire l'image latente; de plus, ils ne doivent pas tendre à provoquer une réaction inverse de celle du révélateur, car l'action peut devenir prédominante et arrêter le développement : c'est ce qui se produit avec la solution ammoniacale de chlorure cuivreux. Avec le triamidophénol (1. 2. 4. 6.), la triamidorésorcine (1. 2. 3. 4. 5.), substances que leur constitution désignait comme devant être des révélateurs très actifs, on n'obtient pas de bons développateurs (A, p. 232). Par oxydation, ces deux derniers corps donnent naissance à des composés amidés qui détruisent l'image latente, et l'action puissante qui se manifeste au début du développement cesse après très peu de temps;

3° Ils doivent présenter une solubilité dans l'eau aussi grande que possible;

4° Les solutions incolores ou peu colorées ainsi obtenues doivent fournir des produits sans action sur l'image latente, ne colorant pas d'une façon persistante la gélatine;

5° Il est très important que le développateur puisse agir en l'absence de corps tels que les alcalis qui altèrent la gélatine ou exercent une action caustique sur l'épiderme;

6° Ils doivent être d'un maniement facile, ou, en d'autres termes, un révélateur doit posséder des propriétés telles qu'il soit facile, par l'addition d'un réactif, d'augmenter ou de diminuer à volonté son action réductrice pour qu'il permette de tirer parti le plus avantageusement possible des plaques surexposées ou manquant de pose.

On a divisé les développateurs de l'image latente en développateurs minéraux et développateurs organiques : ces derniers sont de beaucoup les plus employés, et on accélère le développement en augmentant le degré d'alcalinité de la liqueur. On explique cette action en remarquant que les matières organiques, facilement oxydables, comme les phénols et les amines, absorbent beaucoup plus facilement l'oxygène en présence des alcalis qu'à l'état neutre ou en présence des acides.

On retarde l'action des développateurs à l'aide de certains corps oxydants (permanganate de potassium, eau oxygénée, sels ferriques, acides ou substances tendant à former des sels ou du bromure d'argent avec l'argent réduit). On admet que les bromures alcalins forment avec le bromure d'argent des bromures doubles plus difficilement réductibles par le développateur que le bromure d'argent seul.

MM. Lumière ont montré les relations qui existent entre la constitution moléculaire des développateurs et leurs propriétés révélatrices (A, p. 232).

Ils ont depuis étudié l'influence du groupe cétonique[1]. Ce groupe, substitué dans un noyau aromatique renfermant une ou plusieurs fonctions phénoliques développatrices, ne modifie pas sensiblement les propriétés que lui confèrent ces fonctions lorsque ce groupe cétonique est soudé d'autre part à un résidu gras ou à un noyau aromatique ne renfermant pas d'oxhydrile. C'est ainsi que la chinacétophénone, la gallacétophénone, la trioxybenzophénone développent l'image latente. Par contre, le pouvoir réducteur est détruit dès qu'une ou plusieurs substitutions hydroxylés ont lieu dans le deuxième noyau aromatique, quelle que soit la position relative des oxhydriles : les tétra, penta, hexa-oxybenzophénones ne sont pas des révélateurs.

L'influence des substitutions alkylés dans les groupes de la fonction développatrice n'est pas négligeable. MM. Lumière frères et Seyewetz ont reconnu que, dans les polyphénols, si l'on effectue des substitutions dans les groupements hydroxylés qui constituent la fonction développatrice, le pouvoir développateur est détruit s'il ne reste dans la molécule au moins deux groupements intacts hydroxylés en position ortho ou para; ainsi le gaïacol (1. 2.) et l'éthylhydroquinone (1. 4.) ne développent pas.

Dans les polyamines, les substitutions effectuées dans les groupes amidogènes de la fonction développatrice ne détruisent jamais le pouvoir développateur[2]; ainsi la diméthyl et la tétraméthylparaphénylénediamine sont des révélateurs.

Dans les amidophénols, le pouvoir développateur n'est détruit que si la substitution porte sur l'oxhydrile de la fonction développatrice, et s'il ne reste pas dans la molécule au moins un oxydrile intact en position ortho ou para relativement à l'amidogène, que celui-ci soit substitué ou non; ainsi le diméthylparamidophénol (1. 2.) est un développateur, tandis que la paraanisidine ne révèle pas l'image latente.

Quand la molécule résulte de la soudure de deux ou de plusieurs noyaux aromatiques, les remarques précédentes ne sont applicables que si les groupes hydroxylés et amidés existent dans un même noyau aromatique; il y a cependant quelques exceptions à cette règle dans la série naphtalique.

La sensibilité de la réaction développatrice est extrême dans certains cas; c'est ainsi qu'une solution au 10,000me de paramidophénol développe très nettement l'image photographique. On comprend très bien que cette propriété ait pu fausser un certain nombre d'observations faites sur des corps impurs.

MM. Lumière frères et Seyewetz ont obtenu une série de combinaisons nouvelles en faisant réagir entre eux les phénols et les amines. Ils ont recherché les modifications que subissaient les propriétés développatrices des révélateurs à fonction phénolique ou aminée lorsque, au lieu de salifier les oxhydriles ou les amidogènes par des alcalis ou des acides, on les salifie par des amines ou des phénols. Ils ont constaté que les amines grasses combinées aux révélateurs à fonction phénolique sont susceptibles de fournir des substances pouvant être utilisées pratiquement, sans addition d'alcali pour le développement de l'image latente.

Les monoamines aromatiques, ainsi que les bases pyridiques combinées

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1897, p. 639. — 2. Lumière frères et Seyewetz, *Bulletin de la Société française de photographie*, mars 1898.

aux révélateurs phénoliques, forment des substances dont les solutions aqueuses ou hydroalcooliques ne développent pas l'image latente. Il en est de même des combinaisons de ces mêmes développateurs phénoliques avec les amines ne renfermant pas la fonction développatrice. Par contre, les combinaisons des diamines développatrices avec les phénols mono ou polyatomiques, possédant ou non la fonction développatrice, révèlent l'image latente sans addition de carbonate ou de sulfite alcalin; mais, dans tous les cas, leur pouvoir révélateur est trop faible pour une utilisation pratique. La phénylhydrazine combinée aux phénols se comporte comme une diamine ne possédant pas la fonction développatrice[1].

On peut expliquer cette différence entre les combinaisons des amines développatrices avec les phénols, et celles des amines non développatrices avec ces mêmes phénols, en supposant que dans toutes ces combinaisons c'est toujours par les groupes phénoliques qu'a lieu la soudure, de sorte que si les deux groupes aminés en ortho ou para formant la fonction développatrice n'existent pas dans le nouveau composé, celui-ci ne jouira plus de la propriété de développer l'image latente sans alcali.

M. le Dr Andressen[2], utilisant un procédé précédemment indiqué par Reeb, a fait des recherches comparatives sur des substances développatrices des séries ortho et para : l'influence de la position des groupes OH et NH^2 est manifeste. Le pouvoir développateur relatif est 4,62 pour la pyrocatéchine, 10,46 pour l'hydroquinone, 1,74 pour l'orthoamidophénol, 9,36 pour le paramidophénol, et 5,9 pour le méthylparamidophénol.

MM. Lumière frères et Seyewetz ont étudié l'emploi des amines comme succédanés des alcalis dans les développements alcalins : les amines aromatiques ne peuvent pas remplacer les alcalis dans le développement. Le paramidophénol se dissout fort bien dans les amines grasses et peut fournir des révélateurs d'une énergie plus grande que ceux obtenus par l'emploi de la lithine caustique; mais ces amines grasses ont une odeur de poisson pourri qui limitera beaucoup leur emploi[3].

Dans les révélateurs organiques ne renfermant qu'une fois la fonction développatrice, la formation d'acide bromhydrique aux dépens de l'hydrogène du révélateur et du brome du sel halogène d'argent ne peut avoir lieu qu'en présence d'un alcali caustique ou carbonaté. Si la substance développatrice renferme deux fois au moins cette fonction, l'élimination d'acide bromhydrique peut se produire avec une extrême lenteur sans aucune addition d'alcali ou des corps à réaction alcaline; mais le développement ne peut pratiquement être obtenu qu'en présence d'un corps à réaction faiblement alcaline, tel que le sulfite de soude, substance qui fonctionne alors comme un véritable alcali. Si l'on emploie avec certains de ces développateurs les alcalis caustiques ou carbonatés, la réduction du bromure d'argent n'est plus alors limitée au sel haloïde d'argent qui a été exposé à la lumière, mais s'étend même au bromure non insolé, ce qui produit des voiles intenses, et le révélateur devient inutilisable dans ces conditions.

Pour éviter les inconvénients qui résultent de l'emploi des alcalis, on

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 31. — 2. *Congrès de chimie appliquée*, Vienne, 1898. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 558.

utilise certains sels à réaction fortement basique (phosphates, arséniates). C'est le phosphate tribasique de soude qui est le plus apte à être substitué aux alcalis dans les développateurs alcalins, sauf le cas particulier du paramidophénol qui possède une faible solubilité dans les solutions de ce sel.

Les aldéhydes et les acétones, en présence du sulfite de soude, peuvent jouer le même rôle que les alcalis vis-à-vis des développateurs organiques renfermant des groupements phénoliques. Cette action particulière aux aldéhydes et acétones est due à leur propriété de former des combinaisons avec le bisulfite de sodium, combinaisons qui tendent à se produire toutes les fois que l'on met en présence une aldéhyde ou une acétone, du sulfite de soude et un composé phénolique. La présence de ce dernier corps est indispensable pour que la décomposition du sulfite se produise, car il absorbe l'alcali devenu libre dans la réaction.

Aucune aldéhyde ou acétone aromatique ne peut être employée avantageusement en présence du sulfite comme succédané des alcalis. Il n'en est pas de même des aldéhydes et acétones grasses, parmi lesquelles l'acétone ordinaire, la formaldéhyde et l'acétaldéhyde (aldéhyde ordinaire) possèdent, avec certains développateurs, des avantages très appréciables sur les alcalis. C'est ainsi que le révélateur à l'acétone, sulfite et acide pyrogallique, quoique plus maniable que n'importe quel révélateur à l'acide pyrogallique, présente le grand avantage de donner des tonalités intéressantes de l'argent réduit. La formaldéhyde utilisée avec le sulfite et l'hydroquinone fournit un révélateur permettant d'obtenir des oppositions très vives, des négatifs durs, sans soulèvement de la couche de gélatine.

Les développateurs dont l'usage est possible sont fort nombreux; mais c'est en général, parmi les substances les plus simples comme composition, que l'on a trouvé les développateurs les plus pratiques : ceci tient à un fait bien connu, à savoir que lorsqu'une molécule organique se complique, le corps qu'elle forme tend à devenir insoluble ou coloré.

On a successivement utilisé[1] l'hydroquinone, le paramidophénol, la paraphénylène diamine, la pyrocatéchine, le métol ou sulfate de méthylparamidophénol, la glycine ou paraoxyphénylglycine, le pyrogallol ou 1. 2. 3 trioxybenzène, le diamidophénol vulgairement appelé ***amidol,*** et qui n'est autre que le chlorhydrate de 1. 2. 4 diamidophénol, la diamidorésorcine ou chlorhydrate de 1. 2. 3. 4 diamidorésorcine, le triamidophénol ou chlorydrate de 1. 2. 4. 6 triamidophénol, l'iconogène qui est un sel sodique de l'acide α_1 — amido β_1 — naphtol β_3 — sulfonique, le diamidooxydiphényle, l'ortol, qui est un mélange de sulfate de méthylortoamidophénol et d'hydroquinone, l'hydramine, combinaison définie d'hydroquinone et de paraphénylène-diamine obtenue par réduction directe de ces deux substances l'une sur l'autre, etc. Un petit nombre d'entre eux sont efficacement utilisés : ce sont l'acide pyrogallique (avec acétone et sulfite), les chlorhydrates de diamidophénol ou de diamidorésorcine en présence de sulfite de sodium, et enfin le paramidophénol en présence d'alcalis.

Quelle que soit l'énergie réductrice des révélateurs, ils font tous apparaître rigoureusement les mêmes détails dans des images ayant reçu des impressions lumineuses identiques. Les seuls révélateurs nouveaux qui

1. Dr Andressen, *Phot. Correspondenz,* 1898, p. 12.

peuvent avoir des chances de supplanter les anciens seraient ceux qui pourraient se substituer, dans une certaine mesure, à l'action de la lumière et qui permettraient de tirer parti de négatifs manquant de pose.

M. Votocek a vérifié que la plupart des hydrozines primaires grasses ou aromatiques, ainsi que leurs sels, sont susceptibles de révéler l'image latente ; les plus actives sont : la β tolylhydrazine, la diphénylhydrazine asymétrique, et les α et β naphtylhydrazines. L'amidoguanidine, l'amidourée possèdent aussi des propriétés révélatrices. Ces composés sont en général insolubles dans l'eau ou dans les liquides aqueux, ce qui limite leur emploi en photographie[1].

1618. Révélateurs à l'acide pyrogallique. — MM. Lumière ont indiqué l'emploi de l'acétone en place d'alcali pour la préparation du bain de développement à l'acide pyrogallique. L'acétone, en présence de sulfite de soude, peut déterminer aussi bien que les alcalis eux-mêmes dans les révélateurs alcalins le développement de l'image latente photographique[2].

Le développement se produit par suite de la tendance de l'acétone à donner une combinaison bisulfitique en présence du composé phénolique qui absorbe l'alcali libéré par la formation de cette combinaison. Cette réaction n'a lieu qu'en partie; elle est limitée par la réaction inverse, mais se continue au fur et à mesure de l'oxydation du phénol dans le développement. L'acide pyrogallique et l'acétone doivent être aussi purs que possible.

Le révélateur normal à l'acide pyrogallique et acétone présente la composition suivante : eau, 1000 c. c.; sulfite de soude anhydre, 50 grammes; acétone, 100 c. c.; acide pyrogallique, 10 grammes. Ce révélateur donne des négatifs d'un ton noir chaud au lieu du ton noir bleu obtenu avec le révélateur au diamidophénol; la gélatine ne se colore pas, phénomène qui se produit souvent quand on emploie l'acide pyrogallique et les carbonates alcalins. Par l'emploi de l'acétone et de l'acide pyrogallique, on peut développer assez facilement les plaques surexposées et celles qui manquent de pose. Si l'on plonge une plaque surexposée dans le révélateur normal sans acétone, puis, si l'on ajoute peu à peu l'acétone jusqu'à ce que l'image apparaisse, le négatif acquiert lentement l'intensité nécessaire. L'acétone, ajouté graduellement, permet de donner au révélateur pyrogallique toute l'élasticlté que l'on peut obtenir par l'emploi des alcalis; on peut donc corriger la surexposition. Dans la pratique, il convient de faire une solution de 200 grammes de sulfite anhydre dans un litre d'eau; on fait dissoudre dans ce liquide 40 grammes d'acide pyrogallique. Le bain de développement se prépare en pre-

1. *Phot. Correspondenz*, 1899, p. 458. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 550.

nant 25 c. c. de cette dissolution, l'additionnant de 75 c. c. d'eau; on ajoute peu à peu 10 c. c. d'acétone.

En augmentant dans le révélateur normal la quantité d'acétone, à partir de 25 c. c. pour 100 c. c. de révélateur, la tonalité de l'argent réduit change, et, en portant la quantité d'acétone de 25 c. c. à 60 c. c., on obtient une gamme de tons d'argent réduit variant du noir chaud au sépia rougeâtre et présentant un grand intérêt pour l'obtention des positifs sur verre. Ce bain est très sensible à l'action du bromure de potassium.

L'emploi du phosphate tribasique de soude permet d'éviter en partie les inconvénients qui résultent de l'usage des bains alcalins. Pour développer les négatifs sous exposés, on utilise deux solutions A) phosphate de soude tribasique, 130 grammes; eau, 1 litre; B) sulfite de soude anhydre, 125 grammes; acide pyrogallique, 40 grammes; eau distillée, 1 litre. On commence le développement avec 150 c. c. d'eau et 100 c. c. de solution B); on ajoute peu à peu quelques centimètres cubes de la solution A). Si le négatif est fortement sous-exposé, ce qui est le cas pour bien des instantanés, on prendra : eau 150 c. c.; solution B), 10 gouttes; solution A), 20 c. c. Lorsque les détails dans les ombres ont apparu, on emploie un nouveau bain composé de 100 c. c. d'eau et 30 c. c. de solution B). Le développement peut durer fort longtemps, mais dans les cas de manque de pose, il convient de développer très lentement.

M. Drouet[1] utilise l'acide pyrogallique avec la soude caustique; il se sert : 1° d'une solution de sulfite de soude anhydre à 1,5 ou 2 %, préparée au moment de développer une série de négatifs; 2° une solution de bromure de potassium à 10 %; 3° une solution de 100 grammes de soude caustique en plaques dans 1 litre d'eau : cette solution doit être conservée dans des flacons à l'émeri dont le goulot et le bouchon bien secs ont été paraffinés à chaud avant d'y introduire le liquide. Les négatifs à pose normale se développent avec 100 c. c. de solution de sulfite, 2 à 3 gouttes de solution de soude, 0gr5 à 0gr6 d'acide pyrogallique; au besoin, on ajoute 2 gouttes de la solution de soude, et lorsque les grandes lumières ont apparu et sont bien indiquées, on peut ajouter de temps en temps 1 ou 2 gouttes de solution de soude; c'est seulement vers la fin du développement, alors que le bain contient une certaine quan-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 200.

tité de bromure de sodium provenant de la réduction du bromure d'argent que l'on peut ajouter une plus forte proportion de soude pour obtenir l'intensité nécessaire. Si l'on a lieu de supposer que la durée de la pose a été dépassée, on ajoute dès le début, avant de plonger la plaque dans le bain, 2 à 3 gouttes de bromure de potassium à 10 %. Dans le cas de négatifs à pose très courte, on prend 100 c. c. de solution de sulfite et 5 à 10 gouttes de solution de soude caustique, on plonge la plaque dans ce mélange; au bout de 30 à 40 secondes, on verse le liquide dans un verre et on y ajoute 0gr5 à 0gr6 d'acide pyrogallique. Si l'image n'apparaît pas après environ 30 secondes, on ajoute 1 à 2 gouttes de soude caustique et ainsi de suite, mais toujours avec grande précaution. La durée du développement doit être comprise entre 10 et 20 minutes.

La lenteur avec laquelle s'effectue le développement à l'acide pyrogallique est un avantage. Il convient de porter la plaque et la solution révélatrice à 20° centigrades, température qui paraît être l'optimum pour ce genre de développement.

1619. Révélateur à l'amidol. — Ce révélateur présente l'avantage d'être très soluble à l'eau, de fonctionner sans alcalis et de rendre possible pendant le développement la correction des erreurs commises dans l'appréciation des temps de pose; son action très énergique permet un développement rapide et conduit à l'obtention de négatifs remarquablement fouillés; sa grande énergie réductrice et le peu de coloration que prennent ses solutions pendant qu'il agit le rendent éminemment propre au développement des papiers au gélatino-bromure d'argent. On trouve actuellement ce produit en comprimés d'environ 0gr5 se dissolvant facilement dans les dissolutions fraîchement préparées de sulfite de soude anhydre. Le révélateur normal se prépare en faisant dissoudre 30 grammes de sulfite de soude anhydre dans un litre d'eau et ajoutant 5 grammes de diamidophénol.

Si l'on s'aperçoit que le négatif manque de pose, on ajoute au bain de développement une solution anhydre de sulfite de soude que l'on verse peu à peu dans le bain de développement. La surexposition, au contraire, se caractérise par la rapidité avec laquelle apparaît l'image dont la surface devient bientôt grise et voilée : dans ce cas, on vide le développateur de la cuvette dans un verre où l'on a placé une nouvelle quantité de diamidophénol sans addition de sulfite, puis on verse le nouveau révélateur sur la plaque. La quantité de diamidophénol que l'on peut ajouter ainsi pour des négatifs surexposés peut atteindre trois fois celle indiquée dans la formule du bain normal.

Si le négatif est très fortement surexposé, il convient d'opérer différemment. On prolonge la durée de l'opération pendant un temps suffisamment long pour que le négatif paraisse complètement noir sans qu'il soit possible d'y distinguer la moindre trace d'image; on fixe, on lave, on sèche et l'on immerge la plaque dans un bain renfermant : 50 c. c. de solution

d'hyposulfite de sonde à 15 °/₀ et 25 c. c. de solution de ferricyanure de potassium à 5 °/₀; on laisse la plaque immergée dans ce bain que l'on agite sans temps d'arrêt jusqu'à ce que l'intensité de l'image paraisse normale; on lave alors le négatif et on fait sécher.

Il est certain que lorsque le temps de pose a été correctement déterminé, le révélateur au diamidophénol donne de très beaux négatifs. En commençant le développement avec une faible proportion de sulfite de soude et augmentant graduellement cette proportion, on obtient des négatifs très intenses. Ce révélateur est peu sensible à l'action du bromure de potassium.

1620. Révélateur à la diamidorésorcine. — Le révélateur préparé à l'aide de ce produit est moins énergique dans son action que celui préparé à l'aide du diamidophénol; en revanche, il est très sensible à l'action des bromures alcalins, qui, par suite du retard qu'ils peuvent produire dans le développement, permettent de corriger, dans une plus large mesure, la surexposition. Le développateur normal présente la même composition que le révélateur au diamidophénol, à cette différence près que la diamidorésorcine remplace le diamidophénol; il s'emploi dans des conditions identiques, sauf le cas de négatifs surexposés. La surexposition se corrige en ajoutant au bain une solution de bromure de potassium à 10 °/₀ dans une proportion variant de 1 à 5 c. c. pour 100 centimètres cubes de développateur.

En augmentant ou diminuant la dose de diamidorésorcine, l'image est de moins en moins vigoureuse, tandis que le pouvoir réducteur croît progressivement à mesure que l'on augmente la proportion de sulfite jusqu'à 10 °/₀; au-dessus de cette quantité, on obtient une image voilée.

1621. Révélateur au paramidophénol. — Le révélateur au paramidophénol est l'un de ceux qui agissent le plus rapidement : l'image se montre avec tous ses détails en un temps moindre que celui nécessaire pour les autres révélateurs; le négatif est exempt de voile, de coloration; il est très transparent et présente beaucoup de douceur. Pour obtenir de ce révélateur les meilleurs résultats, il convient d'utiliser la formule indiquée par MM. Lumière. On prépare un litre de solution de sulfite de soude anhydre à 12 °/₀; dans ce liquide, on fait dissoudre 5 grammes de lithine caustique et 20 grammes de paramidophénol (base libre). Le révélateur ainsi préparé est extrêmement énergique; il peut être utilisé sans addition d'eau pour les négatifs sous-exposés. En l'additionnant de son volume d'eau, on ralentit son action qui serait beaucoup trop rapide dans le cas de clichés surexposés. La composition invariable de ce développateur est un inconvénient qui ne permet pas de corriger dans d'assez grandes limites, au cours du développement, les erreurs d'appréciation du temps de pose.

L'emploi du chlorhydrate de paramidophénol au lieu de la base libre présente l'inconvénient de donner un révélateur dont l'énergie est diminuée. Aucun succédané des alcalis ne peut être substitué à la lithine caustique. Le phosphate tribasique de soude, les aldéhydes et sulfite de soude dissolvent très mal le paramidophénol; le révélateur obtenu possède une énergie réductrice notablement inférieure à celle que l'on obtient par l'emploi de la lithine caustique.

1622. Révélateur à l'hydroquinone. — L'emploi du révélateur à l'hydroquinone est adopté en général par les débutants en photographie. En fait, l'hydroquinone est très facilement livrée en solution fournissant un révélateur à peu près automatique, et qui est, en même temps, d'un prix peu élevé, étant donné le nombre de négatifs qui peuvent être développés dans le même liquide.

Un des bains les plus usités se prépare en faisant dissoudre dans un litre d'eau 40 grammes de sulfite de soude anhydre, on ajoute 8 grammes d'hydroquinone, et, lorsque la solution est complète, on ajoute 75 grammes de carbonate de soude et 1 gramme de bromure de potassium.

L'emploi du formol avec l'hydroquinone permet d'obtenir des négatifs très intenses présentant de fortes oppositions. On prépare un bain avec : eau, 1,000 c. c.; sulfite de soude anhydre, 150 grammes; formaldéhyde commerciale, 20 c. c.; hydroquinone, 15 grammes. Le révélateur ainsi préparée possède une énergie réductrice bien supérieure à celle du révélateur préparé avec l'acétone; les négatifs développés présentent des oppositions très marquées entre les noirs et les blancs. Ce mode de préparation du bain est particulièrement avantageux lorsqu'il s'agit d'obtenir des négatifs de gravure.

L'acétone employé en place de carbonate de soude permet d'obtenir des négatifs d'une belle coloration; les carbonates de soude, de potasse, les alcalis, ajoutés au bain d'hydroquinone, provoquent fréquemment le soulèvement de la couche de gélatine pendant les chaleurs de l'été; les bains à l'acétone, au formol permettent d'éviter cet inconvénient.

On a mis en vente, sous le nom d'hydroquinone B, un mélange d'hydroquinone et de bromure de potassium; la proportion de ce dernier produit est de 1 %, quantité trop forte pour des négatifs sous-exposés[1].

1623. Révélateur à la pyrocatéchine. — On obtient avec la pyrocatéchine un révélateur dont la durée de conservation est assez grande pourvu que les deux solutions qui le constituent ne soient pas mélangées longtemps à l'avance. La première solution contient 1 litre d'eau, 100 grammes de sulfite de soude cristallisé, 20 grammes de pyrocatéchine; la seconde solution est préparée avec 1 litre d'eau, 200 grammes de phosphate tribasique de soude et 20 grammes de soude caustique..

Pour développer les négatifs exposés normalement, le Dr Ellon[2] recommande un mélange de 4 parties de la première solution, 1 partie de la seconde et 1 partie d'eau. La proportion d'eau peut d'ailleurs être doublée ou triplée.

On peut aussi utiliser un mélange fait par parties égales de deux solutions contenant la première 1 litre d'eau, 100 grammes de sulfite de soude et 20 grammes de pyrocatéchine; la seconde, 12 grammes de soude caustique et 1 litre d'eau; on dilue ce révélateur par addition de 2 à 6 volumes d'eau.

M. E. Vogel préfère préparer un révélateur concentré contenant 250 grammes de sulfite de soude cristallisé, 35 grammes de soude caustique pure, 1 litre d'eau et 50 grammes de pyrocatéchine. Ce liquide se conserve dans

1. *Revue suisse de photographie*, 1899, p. 317. — 2. *Phot. Mittheilungen*, 1899.

des flacons bien bouchés. Le révélateur est préparé en ajoutant 10 à 20 parties d'eau à 1 partie de la dissolution. L'emploi du bromure n'est pas nécessaire pour les plaques qui ont été exposées normalement; l'addition de bromure permet d'obtenir des négatifs très brillants.

Le mode d'action de la pyrocatéchine est à peu près identique à celui de l'hydroquinone; les négatifs développés à la pyrocatéchine sont le plus souvent exempts du voile vert ou rougeâtre.

1624. Révélateur à l'hydramine. — MM. Lumière frères et Seyewetz ont préparé une combinaison définie d'hydroquinone et de paraphénylène diamine obtenue par réaction directe de ces deux substances l'une sur l'autre; ils l'ont désigné sous le nom d'*hydramine*. Cette combinaison fournit un bon révélateur par son mélange avec le sulfite de soude et la lithine caustique. On emploie les proportions suivantes : eau, 1,000 c. c.; sulfite de soude anhydre, 16 grammes; hydramine, 5 grammes; lithine caustique, 3 grammes.

Ce révélateur est extrêmement sensible à l'action du bromure de potassium : 1 c. c. de solution de bromure de potassium à 10 pour cent produit une action très marquée; avec 10 c. c. de solution de bromure pour 100 c. c. de solution, on peut arrêter à peu près complètement le développement d'une plaque normalement exposée. On peut donc avec l'hydramine corriger facilement la surexposition[1].

1625. Révélateur au métol. — Le métol est un sulfate de monométhylparamidophénol; on peut l'employer sans alcali, avec la simple solution de sulfite de soude : on obtient ainsi un révélateur lent permettant d'obtenir des images exemptes de voile. La durée du développement varie dans ce cas de dix à cinquante minutes.

Lorsque l'on utilise le métol comme révélateur, on peut employer l'acide citrique au lieu de bromure de potassium comme retardateur; une solution à 10 % permet d'obtenir de l'intensité et n'affecte pas matériellement la durée des opérations[2].

C'est surtout en mélange avec l'hydroquinone ou le paramidophénol que l'on utilise le révélateur au métol (B, **1412**).

Le révélateur au métol a une action nuisible sur la peau, action que l'on peut éviter en se lavant les mains dans de l'eau fortement salée, ou encore, après s'être servi du métol, en lavant les mains avec du savon mou et terminant le lavage avec du savon de toilette, de façon à faire disparaître l'odeur désagréable du savon mou[3].

1626. Révélateur à la glycine. — La glycine permet de révéler des négatifs présentant de grandes différences dans les durées des temps de pose. On utilise en général trois dissolutions : A) eaux, 1,000 c. c.; sulfite

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 139. — 2. *Wilson Photographic Magazine*, n° 488. — 3. *The Amateur photographer*, 27 août 1897.

de soude anhydre, 20 grammes; glycine, 10 grammes; B) eau, 1,000 c. c.; lithine caustique, 5 grammes; C) bromure de potassium, 100 grammes; eau, 1,000 c. c. On utilise ces trois dissolutions en proportions variables suivant la nature du négatif; il suffit en général de mélanger 3 parties de la solution A) et 1 partie de la solution B) pour un négatif correctement exposé; on ajoute quelques gouttes de solution de bromure de potassium [1].

Pour le développement lent en cuvette verticale, on prépare une dissolution avec 400 c. c. d'eau, 5 grammes de glycine, 5 grammes de sulfite de soude cristallisé et 75 grammes de carbonate de soude cristallisé; après dissolution complète, on ajoute 2,100 c. c. d'eau. Il convient de ne pas employer une trop grande quantité de sulfite de soude [2] et de ne préparer ce bain qu'au moment de l'emploi.

La glycine constitue une des meilleures substances que l'on puisse employer pour effectuer le développement de plaques dont la durée d'exposition n'est pas correcte. Le bain normal de glycine contient 10 grammes de glycine, 15 grammes de sulfite de soude anhydre et 50 grammes de carbonate de potasse. Ce bain, additionné d'environ trois fois son volume d'eau, fournit un révélateur capable de corriger d'assez grands écarts dans la durée de la pose. En l'additionnant d'une quantité suffisante de bromure, on peut obtenir de bons négatifs en utilisant des plaques ayant reçu cinquante fois trop de pose; en modifiant le bain, l'utilisant à l'état de dilution ou de concentration plus grande, on peut obtenir des négatifs passables pour des écarts de pose de 1 à 500.

Dans la pratique, le mieux est de préparer un bain concentré avec 20 grammes de sulfite de soude anhydre, 40 c. c. d'eau chaude, 10 grammes de glycine et 50 grammes de carbonate de potassium. Après refroidissement, on obtient 75 c. c. d'une bouillie légère se conservant fort longtemps, prête à l'emploi après addition préalable d'eau. Pour les plaques ayant reçu à peu près la pose exacte, on diluera une partie de cette bouillie avec 15 volumes d'eau; si la température dépasse 20° C, on ajoutera 5 à 10 gouttes de solution de bromure de potassium à 10 %.

Pour les portraits, les instantanés, on dilue le bain concentré avec trente fois son volume d'eau, et à 100 c. c. de ce mélange on ajoute 4 c. c. d'une solution de soude caustique à 10 %; on ajoute du bromure suivant la température du bain.

Dans le cas de plaques surexposées, si l'on est certain que la surexposition ne dépasse pas vingt fois la durée du temps de pose normal, on emploie le bain concentré additionné de 50 volumes d'eau.

Si l'on est dans l'incertitude absolue sur la durée du temps de pose, on commence le développement dans un bain fait avec 12 c. c. de révélateur concentré et 1 litre d'eau; on ajoute de la solution de bromure à 10 %, suivant la température, depuis un demi jusqu'à 4 c. c. si la température dépasse 20° C.

Trois cas peuvent se présenter : 1° la plaque a été correctement exposée, alors l'image apparaît dans un intervalle de temps compris entre sept et quinze minutes; 2° les premières traces d'images apparaissent avant cinq

1. *Photo-Gazette*, 1899, p. 157. — 2. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1898, p. 200.

minutes, c'est que la surexposition a été considérable; on retire la plaque du bain et sans la laver, on la met dans un bain contenant 100 c. c. d'eau, 4 c. c. de révélateur concentré et 10 c. c. de bromure à 10 %; 3° si après quinze minutes il n'y a pas trace d'image, la durée d'exposition a été trop courte; on place la plaque sans la laver dans un bain contenant 100 c. c. d'eau, 2 c. c. de révélateur concentré et 4 c. c. de solution de soude caustique à 10 %.

Si l'on n'utilise pas la solution de bromure de potassium et si la température des bains est supérieure à 20° C., on obtient des images voilées.

La glycine seule développe lentement; on peut abréger la durée de l'opération par l'emploi du métol associé à la glycine.

1627. Révélateur à l'ortol. — On désigne sous ce nom l'orthométhylamidophénol à l'état de cristaux d'un blanc rosâtre. Ce composé est facilement soluble dans l'eau, agit lentement sur la plaque en présence de la solution de sulfite de soude; il agit, au contraire, rapidement en présence d'un alcali. On peut préparer le révélateur à l'aide de deux dissolutions : A) eau, 1 litre; métabisulfite de potasse, 7 grammes; ortol, 15 grammes; B) eau, 1 litre; carbonate de soude cristallisé, 120 grammes; sulfite de soude cristallisé, 180 grammes; bromure de potassium, 1 gramme; solution d'hyposulfite de soude à 5 %, 10 c. c. On mélange ces deux solutions par parties égales au moment de l'emploi. Si l'on augmente la proportion de la solution A), les négatifs sont plus vigoureux que si l'on augmente celle de B); l'excès de cette dernière solution donne des négatifs doux. S'il y a excès de pose, une solution de bromure de potassium à 10 % constitue un excellent retardateur, tandis qu'on obtient un bon accélérateur par l'emploi d'une solution de potasse caustique à 10 % [1]. L'emploi de l'hyposulfite de soude n'est utile que pour le travail à l'atelier.

Le révélateur à l'ortol est tout aussi maniable que celui à l'hydroquinone; il se conserve assez bien quand on le prépare en deux dissolutions séparées qu'on mélange au moment de l'emploi : A) eau, 1,000 c. c.; sulfite de soude anhydre, 15 grammes; acide sulfurique pur, 5 c. c.; ortol, 15 grammes; B) eau chaude, 1 litre; phosphate tribasique de soude, 100 grammes; sulfite anhydre, 76 grammes; solution de bromure de potassium à 10 %, 25 c. c. La première dissolution employée en excès donne des négatifs intenses, tandis que l'excès de la seconde permet d'obtenir des détails.

1628. Révélateur « le Diogène. » — Ce composé, préparé par la Société pour la fabrication de l'aniline à Berlin, fournit très lentement des négatifs comparables à ceux que l'on obtient par l'action de l'acide pyrogallique. Ce composé se présente sous forme d'une poudre jaune, difficilement soluble dans l'eau froide, facilement dans l'eau chaude, avec dégagement d'acide sulfureux. C'est un sel acide de soude de l'acide 1-amido 2-naphtol 3.5-disulfonique. Ce révélateur permet des écarts considérables dans la durée du temps de pose, de telle sorte qu'une plaque sous-exposée et une autre surexposée révélées dans le bain au diogène donnent toutes deux, à peu de chose près, le même résultat.

1. *The Amateur Photographer*, n° 693.

Pour le développement, on prépare une solution concentrée avec 1 litre d'eau, 400 grammes de sulfite de soude cristallisé, 100 grammes de diogène et 500 grammes de carbonate de potasse. Pour les plaques normalement impressionnées, on prend 14 c. c. de cette solution, on les étend de 60 c. c. d'eau et l'on ajoute 2 gouttes d'une solution de bromure de potassium au dixième. Si l'on suppose que la durée du temps de pose a été dépassée, on commence le développement avec un bain contenant 5 c. c. de la solution concentrée, 10 c. c. d'eau et 2 gouttes de solution de bromure de potassium.

Le bain doit être maintenu à la température de 20° C. La durée d'exposition de la plaque a été convenable si les premières traces d'images apparaissent après quatre minutes. Si l'image apparaît plus tôt, la plaque a été surexposée. Dans ce cas, la proportion d'eau doit être plus faible que dans les conditions normales, mais celle de bromure doit être plus forte. On prendra des proportions inverses des précédentes dans les cas de sous-exposition [1].

1629. Révélateur à l'adurol. — L'adurol préparé par la fabrique Hauff est un produit de substitution monochloré de l'hydroquinone; celui de la fabrique Schering est un produit de substitution bromé. L'un ou l'autre peuvent remplacer l'hydroquinone pour la confection du bain de développement. On prépare deux dissolutions : A) eau, 1,500 c. c.; sulfite de soude cristallisé, 200 grammes; adurol, 25 grammes; B) eau, 1,000 c. c.; carbonate de potasse. 100 grammes; bromure de potassium, 2gr5. L'emploi de ce dernier produit est inutile si le temps de pose a été exactement déterminé. Pour développer des négatifs de portraits à l'atelier, on prend 30 c. c. de A), 20 c. c. de B); pour les paysages, on ajoute 20 c. c. d'eau au mélange précédent. La durée totale du développement est de quatre à cinq minutes; ce révélateur est peu sensible à l'action du bromure [2].

1630. Révélateurs divers. — La maison Casella et Cie de Francfort a prépar un nouveau révélateur obtenu par réduction acide de l'acétate d'oxyazobenzol pouvant être employé sans addition d'alcali.

Esérine. — M. Mercier a constaté que l'ésérine pouvait développer les images photographiques. L'argent réduit par ce révélateur est blanc au lieu d'être noir. On utilise un bain contenant : eau, 100 c. c.; sulfite de soude anhydre, 3 grammes; métabisulfite de soude, 2 grammes; carbonate de soude, 5 grammes; sulfate ou salicylate d'ésérine, 1 gramme. La durée du développement est fort longue. Après fixage à l'hyposulfite de soude, on constate que l'image négative par transparence est bien détaillée, mais d'un blanc jaunâtre; examinée par réflexion au-dessus d'un fond noir, l'image est positive, mais très faible [3].

Glycine et métol. — Ce révélateur agit assez rapidement. On le prépare avec 1 litre d'eau, 125 grammes de sulfite de soude, 125 grammes de carbonate de potasse, 5 grammes de glycine et 0gr5 de métol. Le plus souvent on dilue ce révélateur de 2 ou 3 volumes d'eau [4].

1. *Phot. Mittheilungen*, 15 février 1898. — 2. *Le Photogramme*, 1899, p. 167. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 134. — 4. *British Journal of Photography*, 18 février 1898.

Acétone et mélange de révélateurs. — On peut par l'emploi de l'acétone éviter le soulèvement des couches de gélatino-bromure. M. Bardwel[1] a employé l'acétone et le mélange métol-hydroquinone, iconogène-hydroquinone. Pour préparer le premier bain, il fait dissoudre 3 grammes de métol dans 600 c. c. d'eau, ajoute à cette dissolution 300 c. c. de solution saturée de sulfite de soude, 3 grammes d'hydroquinone et 2 grammes de bromure de potassium; ce mélange est amené au volume de 1,000 c. c. par addition d'une quantité d'eau suffisante. Pour 120 c. c. du liquide ainsi préparé, on emploie 7 c. c. d'acétone que l'on ajoute goutte à goutte.

Le bain à l'iconogène-hydroquinone se prépare avec 300 c. c. de solution saturée de sulfite de soude, 10 grammes d'iconogène, 6 grammes d'hydroquinone et une quantité d'eau suffisante pour faire un litre. A 120 c. c. de ce mélange on peut ajouter jusqu'à 7 c. c. d'acétone.

Ces bains révélateurs sont sensibles à l'action du bromure de potassium.

Borotartrate de potassium; borax. — M. E. Edwards a constaté que l'emploi du borotartrate de potassium dans le développateur empêche les fortes lumières de devenir trop opaques avant que les détails soient développés dans les ombres[2].

Le bain retardateur se prépare en dissolvant une partie de ce sel dans 100 parties d'eau; c'est surtout avec l'acide pyrogallique qu'il convient d'employer ce produit.

Le remplacement de l'alcali du développateur par le borax ordinaire permet de révéler lentement sans adjonction de bromure au bain. On peut employer le borax soit avec l'iconogène, soit avec l'hydroquinone.

Le développateur à l'hydroquinone se prépare avec 1,000 c. c. d'eau, 100 grammes de sulfite de soude cristallisé, 30 grammes de borax et 10 grammes d'hydroquinone.

Le développateur à l'iconogène contient 1,000 c. c. d'eau, 200 grammes de sulfite de soude cristallisé, 25 grammes de borax et 10 grammes d'iconogène. Ces révélateurs agissent très lentement et les images ne sont pas voilées.

1631. Développement local. — On peut développer localement certaines parties d'un négatif. L'image qui a commencé d'apparaître est plongée dans une cuvette contenant une quantité d'eau suffisante pour recouvrir la plaque; on frotte avec un blaireau trempé dans le révélateur les parties sous-exposées. Cette opération doit être faite sous l'eau. On peut de la même façon appliquer la dissolution de bromure de potassium si certaines parties se développent trop vite. Quand un négatif développé à l'acide pyrogallique montre des traces de surexposition, il faut le laver immédiatement et le tremper pendant quelques minutes dans un mélange de 5 gouttes de dissolution saturée de citrate d'ammoniaque et 60 c. c. d'eau; on lave au sortir de ce bain et on reprend l'action du révélateur. On peut aussi arrêter l'action du révélateur sur les parties qui se développent trop vite en appliquant sous l'eau la même dissolution de citrate d'ammonium[3].

1. *British Journal of Photography*, 1900, p. 813. — 2. *Photography*, n° 600. — 3. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1897, p. 656.

Au lieu du pinceau, on peut injecter, à l'aide d'une poire de caoutchouc sous forme de jet frappant fortement la plaque, soit le développateur, soit la dissolution de citrate d'ammonium[1].

Au lieu de citrate d'ammonium, on peut utiliser la dissolution de citrate de soude recommandée autrefois[2] pour enlever la coloration jaune des négatifs développés à l'acide pyrogallique et retarder l'action du révélateur. On peut préparer la solution de citrate de soude en mélangeant 30 grammes de carbonate de soude, 15 grammes d'acide citrique et une quantité d'eau suffisante pour faire 100 c. c. S'il s'agit de retarder l'action du bain révélateur, on emploie de 3 à 5 c. c. de solution de citrate pour 100 c. c. de bain révélateur; le développement est arrêté presque immédiatement.

1682. Procédés opératoires. — Le développement d'un négatif peut être fait à chaud ou à froid, avec des solutions concentrées ou avec des solutions très étendues, auquel cas l'opération prend le nom de *développement lent*.

L'emploi de solutions chaudes pour révéler l'image photographique remonte à l'époque du procédé à l'albumine. La couche de gélatino-bromure étant soluble dans l'eau chaude, il faut insolubiliser au préalable la gélatine par l'emploi du formol. On dépose la plaque pendant dix minutes environ dans une solution de formol à 10 °/₀. L'immersion se fait dans une cuvette verticale en faïence fermée par une plaque de verre; on lave la couche à l'eau froide et on la place dans une cuvette contenant un révélateur préparé avec 50 c. c. de solution de pyrocatéchine à 10 °/₀, 50 c. c. de solution de sulfite de soude à 20 °/₀, 2 c. c. de solution de bromure de potassium à 10 °/₀ et un litre d'eau; on ajoute à ce liquide quelques centimètres cubes de solution d'ammoniaque : il en faut une quantité suffisante pour qu'il en répande l'odeur quand on le remue. La cuvette contenant le révélateur est placée dans un récipient contenant de l'eau chauffée à la température de 55° C. On immerge la plaque dans la cuvette, et, après dix minutes, on change la position de la plaque. Le développement s'effectue lentement et la durée de l'immersion dépasse souvent une demi-heure; on lave et on fixe à l'hyposulfite. Par suite de l'action du formol, le fixage se fait très lentement. Quelquefois, le voile rouge ou verdâtre apparaît sur la plaque; on le fait disparaître par l'emploi de l'eau iodée ou du chlorure de chaux.

Le révélateur employé à chaud est particulièrement utile pour obtenir de bons négatifs dans le cas d'insuffisance d'exposition à la lumière. Si l'on s'aperçoit au cours du développement que la plaque

1. *Revue suisse de photographie*, p. 225. — 2. *Aide-mémoire de photographie*, 1883, p. 69.

manque de pose, il est inutile d'insister sur l'action du révélateur ordinaire : on lave à fond la couche de gélatino-bromure, on l'immerge dans le bain de formol pour la durcir et on applique ensuite le révélateur à chaud[1].

L'emploi de solutions concentrées à froid est à éviter; l'activité des révélateurs est fortement enrayée par l'abaissement de température.

Le développement lent réussit particulièrement bien lorsque l'on utilise les solutions à la glycine. Il convient d'employer dans la confection de ces bains de l'eau aussi pure que possible. Abney[2] a constaté que la présence d'une forte proportion de sels calcaires dans l'eau suffit pour empêcher les négatifs d'acquérir l'intensité nécessaire.

Le révélateur à l'ortol permet d'éviter le voile lorsque le développement doit durer longtemps. On obtient un bain de développement lent en mélangeant 2 grammes d'ortol, 1 gramme de métabisulfite de potasse, 13 grammes de sulfite de soude, 13 grammes de carbonate de soude, 3 c. c. de solution de bromure à 10 °/₀ et une quantité d'eau suffisante pour obtenir 1,000 c. c. Le négatif doit être immergé dans ce bain pendant plusieurs heures pour être complètement développé.

§ 3. — Fixage, alunage.

1633. Procédés opératoires. — Le fixage s'effectue après le développement du négatif; c'est après le fixage que l'on examine si le négatif doit être renforcé ou affaibli.

Il convient de supprimer l'emploi de l'alun, soit après le fixage, soit dans le bain d'hyposulfite; on abrège ainsi la durée des lavages après fixage qui sont complets en immergeant chaque fois pendant cinq minutes le négatif fixé dans une cuvette contenant une quantité d'eau qui, avec l'emploi de certaines plaques, peut être évaluée à 1 centimètre cube par 2 centimètres carrés de surface à laver; on renouvelle l'eau à chaque immersion.

M. Namias[3] a recommandé de fixer les négatifs dans un bain d'hyposulfite de soude au titre de 300 grammes pour 1 litre d'eau. Les négatifs doivent être mis très promptement au contact d'un grand excès d'hyposulfite pour éviter la formation d'hyposulfite double insoluble.

Les négatifs doivent être débarrassés le mieux possible de révélateur au moyen d'un lavage avant immersion dans l'hyposulfite, et il est bon de ne procéder au fixage que dans l'obscurité. L'addition d'environ 5 °/₀ de sel

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1901, p. 189. — 2. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1900, p. 110. — 3. *Il Progresso fotografico*, 1898.

de cuisine au bain d'hyposulfite permet de lui conserver sa limpidité; le bain ne doit pas d'ailleurs être conservé pendant trop longtemps. L'addition de 50 c. c. de solution concentrée de bisulfite de sodium à 1 litre de fixateur permet le durcissement de la gélatine et la neutralisation des dernières traces d'alcali provenant du bain de développement.

La solubilité du bromure d'argent dans l'hyposulfite varie avec la concentration de la dissolution; il convient donc de la renouveler fréquemment pour éviter le jaunissement ultérieur du négatif.

MM. Lumière frères ont mis dans le commerce un produit **fixateur** ne contenant pas d'eau de cristallation, et qu'il suffit de dissoudre à la dose de **80 grammes par litre d'eau pour obtenir le bain fixateur.** Ce produit renferme sous un poids environ deux fois moindre la même quantité de substance active, et grâce à sa réaction acide, il peut fixer un grand nombre de négatifs sans se colorer, même si ces négatifs ont été insuffisamment lavés au sortir du révélateur; enfin, il durcit légèrement la gélatine, ce qui est un avantage lorsque la température est élevée.

Le développement de l'image après fixage préalable de la couche ne fournit pas de bons résultats.

1641. Lavage des plaques — Le Dr Gœdike[1] a montré que l'élimination de l'hyposulfite que renferme la couche de gélatine constituant l'image peut être fait assez rapidement avec une quantité d'eau relativement faible, pourvu que cette eau soit fréquemment renouvelée et que la durée d'immersion de la plaque soit prolongée pendant au moins cinq minutes; cette durée varie avec la nature des plaques.

MM. Lumière frères et Seyewetz[2] ont déterminé le minimum d'eau nécessaire pour obtenir au bout d'un temps relativement court une élimination de l'hyposulfite des plaques suffisante pour la pratique; ils ont recherché par des titrages avec la liqueur d'iode N/200 dans quelles conditions se produit l'élimination de l'hyposulfite lorsqu'on lave les plaques plusieurs fois dans de petites quantités d'eau (100 c. c. d'eau pendant cinq minutes pour chaque lavage). Ils ont constaté qu'après le septième et le huitième lavages, les quantités d'hyposulfite de soude cristallisé contenus dans 100 c. c. d'eau sont 0gr00074.

Ils ont comparé les quantités d'hyposulfite de soude non éliminées des plaques en employant trois modes différents de lavage. Dans le premier, on a placé la plaque 13 × 18 sur le dos d'une cuvette et l'on a fait couler directement l'eau sur la couche gélatinée. De cette façon, la solution d'hyposulfite s'élimine au fur et à mesure, et la plaque ne se trouve pas en contact avec le liquide.

Dans le deuxième mode de lavage, la plaque 13 × 18 a été placée dans la cuvette et traitée pendant le même temps avec la même quantité d'eau que précédemment. La plaque se trouve constamment avec les eaux de lavage renfermant l'hyposulfite de soude éliminé. Dans ces deux cas, les plaques n'ont été en contact avec l'eau que pendant cinq minutes et l'on a consommé pour ce lavage 37 litres d'eau environ.

1. *Phot. Wochenblatt*, 1900, n° 7. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 259.

Dans un troisième mode de lavage, on a immergé la plaque 13 × 18 cinq fois successivement pendant cinq minutes dans 200 c. c. d'eau ; on a donc consommé dans ce cas seulement 1 litre d'eau.

Après chacun de ces trois modes de lavage, les plaques ont été mises en contact pendant trente minutes avec 200 c. c. d'eau ; on a prélevé 100 c. c. de ce liquide et on a déterminé la quantité d'hyposulfite contenue dans ce volume d'eau. La quantité d'hyposulfite de soude cristallisé contenue dans les 200 c. c. de liqueur était égale à 0gr,272 pour l'eau de la première plaque ; elle était égale à 0gr00544 pour l'eau de la seconde et à 0gr0005 pour l'eau de la troisième.

Il résulte de ces essais que le lavage des plaques sous un courant d'eau consomme inutilement une quantité d'eau d'autant plus grande qu'on soustrait moins complètement la plaque au contact de l'eau ayant dissous l'hyposulfite de soude.

Le procédé qui paraît le plus efficace, tout en consommant le moins d'eau, consiste à immerger la plaque six fois successivement dans 200 c. c. d'eau pure pour chaque plaque 13 × 18.

1635. Destruction de l'hyposulfite de soude. — Pour détruire l'hyposulfite de soude et abréger la durée des lavages auxquels on doit soumettre les plaques et papiers photographiques, MM. Lumière frères et Seyewetz[1] ont examiné l'action de divers oxydants sur ce corps : eau iodée, eau bromée, acide iodique, iodates alcalins, hypochlorites, chlorates et perchlorates alcalins, persulfate d'ammoniaque, percarbonate de potasse, peroxyde de sodium, eau oxygénée, acide chromique et bichromates alcalins, permanganate de potassium ; ils ont aussi recherché l'action des iodures et bromures alcalins (additionnés ou non de carbonates alcalins), et ont reconnu que l'action de ces iodures et bromures est nulle.

Les oxydants qui peuvent être utilisés le plus efficacement comme éliminateurs de l'hyposulfite de soude sont : l'eau oxygénée, le percarbonate de potassium et le persulfate d'ammoniaque commercial, exactement neutralisé ou mélangé à diverses substances à réaction alcaline. Avec ces substances, on peut réduire la durée du lavage des plaques et des papiers photographiques pour obtenir une élimination suffisante de l'hyposulfite de soude. Parmi les substances que l'on peut mélanger au persulfate d'ammoniaque, il convient de citer les carbonates et bicarbonates alcalins, phosphates alcalins bi et tribasiques, le borax, le tungstate de soude, les citrates alcalins bi et tribasiques.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 270.

Le traitement ayant pour but l'élimination de l'hyposulfite de soude est très simple : au sortir du fixateur, les plaques sont lavées pendant deux minutes à l'eau courante, puis on les place dans une cuvette renfermant 100 c. c. de solution oxydante à 10 grammes par litre, où on les laisse cinq minutes environ ; on lave finalement les négatifs deux minutes à l'eau courante, puis on les fait sécher.

1636. Séchage des négatifs. — L'emploi du formol pour sécher rapidement les négatifs nécessite une immersion prolongée pendant au moins dix minutes dans un bain à 5 % de formol commercial; l'immersion doit être continuée jusqu'à ce que les détails de l'image se dessinent sur la gélatine humide en reliefs accentués. A ce moment, on peut retirer du bain le négatif, qui ne doit pas être séché à une température trop élevée. Cette opération ne doit être pratiquée que sur des négatifs lavés, secs ou humides sur toute leur surface ; tout séchage partiel produirait des taches.

§ 4. — Renforçateurs, affaiblisseurs.

1637. Renforcement par développement. — Un négatif trop faible peut être amélioré par le procédé suivant. Le négatif est immergé dans l'eau jusqu'à gonflement complet de la gélatine, puis baigné dans une solution contenant 1,000 c. c. d'eau, 42 grammes de bichromate de potassium et 10 grammes de bromure de potassium : la couche blanchit dans ce bain ; on lave et on plonge la plaque dans une solution à 5 % de métabisulfite de potasse; après dix minutes de séjour dans ce bain, on lave de nouveau et on peut appliquer un révélateur; il est inutile d'employer un retardateur. Le nouveau négatif est en général plus harmonieux que le premier[1].

1638. Renforçateur à l'iodure mercurique. — MM. Lumière frères et Seyewetz[2] ont constaté que de tous les renforçateurs à base d'iodure mercurique, c'est la solution d'iodure mercurique dans le sulfite de soude qui donne les meilleurs résultats; elle permet d'obtenir un renforcement direct et de suivre l'intensification progressive du négatif. Bien que les couches ainsi renforcées, surtout après un traitement par un bain de sulfite de soude, possèdent une stabilité relative, il est indispensable, pour obtenir une image ne jaunissant pas à la longue sous l'influence de l'air humide, de traiter le négatif au sortir du bain de renforcement par un révélateur approprié.

1. *Amateur Photographer*, 1899. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 483.

On dissout 10 grammes d'iodure mercurique dans une solution de 100 grammes de sulfite de soude anhydre pour 1 litre d'eau; le négatif fixé et lavé est plongé dans ce bain. On suit les progrès du renforcement et on l'arrête au point voulu : la teinte de l'image est bleu foncé. Pour éviter complètement l'altération du négatif renforcé et sommairement lavé, on le plonge dans un bain de développement quelconque. On peut employer le révélateur au paramidophénol, au diamidophénol, à l'hydramine, à l'acide pyrogallique, à l'hydroquinone, etc. Tout l'iodure d'argent est transformé en argent métallique, et il ne reste plus d'iode dans l'image.

L'image trop renforcée avec la solution d'iodure mercurique dans le sulfite de soude peut être affaiblie avant traitement par le développateur final; il suffit de la plonger dans une solution d'hyposulfite de soude. En prolongeant assez longtemps ce traitement, l'image revient à son intensité primitive, la couleur seule est changée. Si l'image a été traitée par le développateur final et que l'on désire diminuer l'intensité, on devra appliquer l'un des affaiblisseurs habituellement employés.

On peut employer d'autres sels de mercure. M. Hélain[1] fait blanchir par le bichlorure de mercure l'image à renforcer et la fait noircir dans une solution de chlorure stanneux. Le négatif est immergé pendant quelques heures dans une cuvette d'eau, puis on le plonge dans un bain contenant 2 grammes de chlorure mercurique, 10 gouttes d'acide chlorhydrique et 100 c. c. d'eau : la couche blanchit complètement. On lave à l'eau de manière à éliminer tout le bichlorure de mercure. Pendant ce temps, on prépare une solution de 2 grammes d'acide tartrique dans 100 c. c. d'eau; quand la dissolution est complète, on ajoute 2 grammes de chlorure stanneux. Cette dissolution est très altérable à l'air et ne peut servir que pendant quelques heures au noircissement successif de plusieurs négatifs; on la rejette quand elle n'agit plus. La plaque, bien lavée, est immergée dans le bain de chlorure stanneux; elle noircit immédiatement. On prolonge l'action du bain pendant quelques minutes après que le noircissement semble complet; on lave et on fait sécher.

L'emploi des sels de mercure et des sulfocyanures alcalins permet d'obtenir une très grande opacité. Après lavage, pour éliminer le sulfocyanure, on peut faire noircir l'image par l'emploi d'un bain d'ammoniaque.

M. P. Clerc[2] préfère l'emploi de l'oxalate ferreux pour faire noircir l'image blanchie : on obtient ainsi un renforcement plus énergique dans les demi-teintes faibles, et la conservation des négatifs est meilleure que celle réalisée par l'emploi des autres procédés. L'oxalate ferreux agit d'une façon exactement proportionnelle en chaque point, conservant toute la

1. *La Photographie*, 1901, p. 67. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 94.

gradation des demi-teintes, permettant, par conséquent, l'impression d'une image aussi modelée et plus harmonieuse que l'image primitive. Ce procédé a été recommandé autrefois par Stolze et par Chapman Jones[1]. On peut aussi faire blanchir dans le bain révélateur à l'ortol[2].

On a attribué à un lavage insuffisant après le fixage le jaunissement des plaques renforcées au bichlorure de mercure. D'après le Dr E. Vogel, ce jaunissement provient d'un fixage dans une solution d'hyposulfite trop faible ou épuisée. Il convient de renouveler fréquemment le bain d'hyposulfite et de ne retirer les plaques que quelques minutes après le fixage apparent; un lavage de cinq à six minutes dans l'eau courante suffit ensuite avant le bain de bichlorure et encore autant avant l'ammoniaque[3].

1639. Renforçateur à l'argent. — M. Gœdike [4] prépare une dissolution de réserve contenant 1 litre d'eau distillée, 480 grammes de sulfocyanure d'ammonium, 20 grammes d'azotate d'argent, 240 grammes de sulfite de soude, 48 grammes d'hyposulfite de soude et 60 grammes de bromure de potassium à 10 %. Le renforçateur se prépare avec 6 c. c. de cette solution de réserve, 54 c. c. d'eau et 2 c. c. de révélateur au paramidophénol. La plaque développée, lavée et fixée, est plongée dans ce mélange, qu'il faut agiter; si l'on a trop renforcé, on peut affaiblir avec le ferricyanure et l'hyposulfite. Le renforçage peut être repris après un affaiblissement trop prononcé. La densité du négatif augmente en séchant; il faut éviter d'employer un trop grand excès de sulfocyanure d'ammonium, qui amène le décollement et la dissolution de la gélatine. Ce mode de renforcement présente l'avantage de pouvoir être atténué et repris à volonté. On peut employer pour la réduction de l'argent d'autres révélateurs que le paramidophénol, par exemple l'acide pyrogallique qui donne une coloration jaune aux négatifs.

1640. Renforcement aux sels de plomb. — On plonge la plaque à renforcer dans un bain contenant 90 grammes de prussiate de potasse, 100 grammes de nitrate de plomb et 1 litre d'eau. Le négatif séjourne dans ce bain jusqu'à ce que la couche soit complètement blanchie; on lave et on fait noircir l'image par l'action des sulfures alcalins en utilisant, par exemple, une solution de sulfure d'ammonium à 30 % : la couche noircit dans toute son épaisseur; on lave et on éclaircit par l'emploi d'une solution contenant 30 c. c. d'acide nitrique pour 1 litre d'eau[5].

On peut modifier ce procédé opératoire en utilisant un bain plus concentré. On fait dissoudre 40 grammes de nitrate de plomb et 60 grammes de prussiate rouge de potasse dans un 1 litre d'eau; le négatif, bien lavé, est plongé dans ce bain jusqu'à ce qu'il soit complètement blanc; on lave et on l'immerge dans un révélateur faible à l'hydroquinone ayant déjà servi; on lave de nouveau et on laisse sécher[6]. Si le renforçage n'a pas été suffisant, on peut recommencer l'opération; s'il a été nécessaire d'éclaircir le négatif avant le renforçage, il faut le laisser dans le bain de plomb

1. Voir *Aide-Mémoire de photographie* pour 1898, p. 91. — 2. *British Journal of Photography*, 1898, p. 26. — 3. *Phot. Mittheilungen*, 1899. — 4. *Phot. Wochenblatt*, 30 mars 1897. — 5. *Anthony's Photographic Bulletin*, 1898, n° 8. — 6. *Photo-Gazette*, 1899, p. 179.

jusqu'à ce qu'il ait blanchi de part en part; ensuite, on le lave soigneusement et on le plonge dans une dissolution de sulfite de soude à 10 % pour le réduire; on le noircit enfin dans le révélateur.

1641. Renforçateur aux sels de cuivre. — On peut obtenir des négatifs d'une belle teinte rouge par l'emploi des sels de cuivre. Le Dr Eder a indiqué le mode opératoire suivant : on fait dissoudre 5 grammes de sulfate de cuivre cristallisé dans 1 litre d'eau; on ajoute une solution de carbonate d'ammoniaque jusqu'à ce que le précipité soit redissous; on ajoute alors une solution de 12 grammes de prussiate rouge de potasse dans 700 c. c. d'eau et une quantité suffisante de carbonate d'ammoniaque pour dissoudre le précipité formé. Le négatif, préalablement séché, est plongé dans ce bain : au début, il prend une coloration brun foncé; après une longue immersion le négatif devient d'un rouge cerise très intense.

1642. Renforcement par teinture. — Tout négatif heurté ne doit pas être renforcé sous peine d'accentuer les défauts d'une telle image; il est cependant impossible dans ce cas d'imprimer les détails des ombres. Un tel négatif peut cependant être amélioré en le plongeant pendant quelques instants dans une solution de bleu gris d'aniline. La gélatine absorbe cette couleur en proportion inverse de la quantité d'argent réduit qui forme l'image, ce qui atténue considérablement les contrastes.

1643. Affaiblisseurs. — MM. Lumière frères et Seyewetz [1] ont constaté que le persulfate d'ammoniaque, agissant en solution aqueuse sur la couche d'un négatif terminé, affaiblit les grands noirs, tout en ménageant les demi-teintes. Cette dissolution forme un excellent affaiblisseur; on ne peut cependant l'utiliser pour faire disparaître le voile de surexposition.

Pour affaiblir un négatif, on le lave pour le débarrasser de toute trace d'hyposulfite de soude, puis on le plonge dans une cuvette contenant une dissolution de persulfate d'ammoniaque à 10 %; on l'en retire quand l'affaiblissement voulu est atteint. Pour arrêter toute action ultérieure du persulfate, on le place immédiatement dans un bain de sulfite de soude à 10 %, où on le laisse pendant quelques minutes; on élimine ensuite par lavage les sels solubles. Si l'on a dépassé le but, on peut augmenter de nouveau l'intensité en se servant des renforçateurs habituels. Dans certains cas, il peut y avoir avantage à développer à fond un négatif; on le réduit ensuite et on le renforce s'il y a lieu; l'affaiblissement peut être fait localement au pinceau.

MM. Lumière frères et Seyewetz expliquent le mode d'action du persulfate d'ammoniaque par les considérations suivantes. Ce sel donne lieu avec l'argent à deux réactions inverses : oxydation et

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, pp. 337, 395, 418.

réduction. En présence de l'argent réduit, il se forme un sel double soluble d'ammoniaque et d'argent. Ce sel double argentique se diffuse dans l'excès de solution du persulfate d'ammoniaque qui baigne la plaque; mais la solution de persulfate d'ammoniaque agissant sur le sel double tend à donner de l'argent réduit. Cette réaction inverse se produit surtout extérieurement à la couche de gélatine, puisque c'est là que se trouve l'excès de persulfate nécessaire pour la réduction, et doit aller en s'atténuant depuis la surface jusqu'au fond de la couche; c'est très probablement cette réaction inverse qui tend à ralentir, extérieurement surtout, la dissolution de l'argent dans le persulfate d'ammoniaque.

M. le Dr Miethe[1] a constaté qu'il était indispensable de fixer soigneusement les plaques que l'on doit soumettre à l'action du persulfate d'ammoniaque, sous peine de former un voile jaune ineffaçable.

Au lieu de persulfate d'ammoniaque, on peut utiliser une solution de 10 grammes de sulfate de cérium, 4 c. c. d'acide sulfurique et 100 c. c. d'eau : ce liquide constitue une solution de réserve que l'on dilue d'une certaine quantité d'eau. Si l'on désire un affaiblisseur dont l'action soit très rapide, agissant sur les parties les plus opaques du négatif plus rapidement que sur celles qui sont le plus transparentes, on utilise une solution de sulfate cérique à 5 %. Pour ralentir la pénétration du dissolvant dans l'épaisseur de la gélatine, on immerge dans le bain faiblisseur la plaque préalablement séchée. MM. Lumière frères et Seyewetz, qui ont indiqué l'emploi de ce composé[2], ont essayé l'emploi des sels ferriques, des sels manganiques, des sels de peroxyde de titane, des sels mercuriques, chromiques, des arséniates, vanadates, tungstates, etc.; aucun de ces composés ne donne de résultats comparables à ceux qui sont fournis par l'emploi du sulfate de peroxyde de cérium.

M. Namias a indiqué comme faiblisseur l'emploi d'une solution diluée de permanganate de potassium. On fait dissoudre 0gr5 de permanganate de potassium dans 1 litre d'eau, et à cette dissolution on ajoute 1 c. c. d'acide sulfurique commercial. Le négatif est immergé dans ce bain qui agit à la façon du persulfate d'ammoniaque. Si la couche de gélatine se colore pendant l'opération, il suffit, après lavage, de plonger la plaque dans une solution d'acide oxalique au

1. *Photographie*, 9 février 1899. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 108.

titre de 5 à 10 grammes par litre ; lorsque la coloration a disparu, on lave à fond.

MM. Lumière frères[1] ont recherché quels sont les affaiblisseurs qui attaquent le moins les demi-teintes de l'image ; leurs essais ont porte sur l'emploi des dissolutions suivantes :

1° Eau oxygénée à 3 volumes, 500 c. c.; acide sulfurique, 3 c. c.

2° Solution de persulfate d'ammonium à 4 %.

3° Eau, 1 litre; permanganate de potassium, 0gr5; acide sulfurique, 1 c. c.

4° Solution á 5 % de sulfate cérique.

5° Affaiblisseur au ferricyanure composé de deux solutions mélangées par parties égales : A) eau, 500 c. c.; ferricyanure de potassium, 5 grammes ; B) eau, 500 c. c.; hyposulfite de sodium, 50 grammes.

Ils ont constaté que le persulfate d'ammoniaque était bien le seul des affaiblisseurs préconisés jusqu'ici qui permette d'atténuer l'intensité des parties opaques des négatifs sans détruire les faibles impressions; de plus, les résultats obtenus avec le persulfate d'ammoniaque peuvent varier suivant la nature du révélateur ayant servi à développer le négatif soumis à l'action de cet affaiblisseur.

L'action du persulfate d'ammoniaque, très marquée lorsque le négatif a été développé au diamidophénol ou avec la plupart des révélateurs, se trouve non seulement atténuée, mais complètement inversée lorsque le développement a lieu avec le paramidophénol. Dans ce cas, le négatif affaibli au persulfate d'ammoniaque conserve beaucoup moins de détails dans les parties les plus transparentes que s'il a été soumis à l'action des autres affaiblisseurs. Le révélateur au paramidophénol paraît être le seul présentant vis-à-vis de l'emploi du persulfate d'ammoniaque cette curieuse anomalie.

Les autres révélateurs (diamidorésorcine, hydramine, hydroquinone, acide pyrogallique acétone, oxalate ferreux) se comportent comme le diamidophénol ; mais c'est avec ce dernier que l'on peut retirer les plus grands avantages de l'emploi du persulfate d'ammonium quand il s'agit d'affaiblir les négatifs manquant de pose et trop développés.

Pour obtenir de bons résultats par l'emploi du persulfate d'ammoniaque, il faut se servir d'une solution fraîchement préparée, s'assurer qu'elle est acide et arrêter l'action du persulfate par l'immersion dans un bain de sulfite de soude anhydre à 10 %.

Lorsqu'il s'agit d'affaiblir un négatif présentant de grands contrastes, mais ayant une intensité normale dans les teintes moyennes, il convient d'opérer de la façon suivante[2] : on fait blanchir le négatif par l'emploi d'une solution de chlorure de cuivre à 5 %, on lave le négatif et on le traite avec un bain ordinaire, mais étendu, de développement à l'hydroquinone. L'action du développateur doit être arrêtée avant que les grands blancs du négatif soient révélés dans toute leur profondeur. On fixe alors à l'hyposulfite, qui enlève une partie du chlorure d'argent formé dans les parties les plus intenses.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 384. — 2. *Photo-Gazette*, 1899, p. 172.

CHAPITRE III

PROCÉDÉS ORTHOCHROMATIQUES.

§ 1er. — Emulsion au collodion.

1644. Emulsion sensible au rouge. — Le Dr Valenta[1] prépare une émulsion au collodio-bromure à la façon habituelle et l'additionne d'une solution de 1 gramme de violet d'éthyle (chlorhydrate d'hexaétylpararosaniline) dans 500 c. c. d'alcool; il emploie 35 c. c. de cette solution pour un litre d'émulsion. On laisse déposer ce mélange pendant quelque temps, on filtre et on étend sur plaque comme à l'ordinaire. Aussitôt que la couche a fait prise, on l'immerge dans une solution contenant 3 grammes de nitrate d'argent et 4 c. c. d'acide acétique cristallisable par litre d'eau; on retire du bain les plaques quand elles sont uniformément mouillées par ce liquide et on les expose à l'état humide; on développe avec un révélateur faible.

Les plaques ainsi préparées sont très sensibles au rouge; le maximum de sensibilité est pour les radiations rouge orangé au voisinage de la raie C du spectre solaire.

Ces préparations doivent être manipulées dans la lumière rouge aussi faible que possible ou même dans l'obscurité.

§ 2. — Emulsions au gélatino-bromure.

1645. Préparation des plaques au trempé. — M. Eberhard a recommandé l'emploi du bisulfite d'alizarine (bleu) comme sensibilisateur pour le rouge. L'alizarine bleue est peu soluble dans l'eau, mais donne avec le bisulfite de soude un sel qui cristallise en aiguilles brunes très solubles dans l'eau; en ajoutant de l'ammoniaque à la solution, elle vire au bleu-vert. On plonge la plaque pendant trois minutes dans un bain préparé avec 100 c. c. d'eau, 4 c. c. de solution d'alizarine bleue à 1 pour 500 et à 1 c. c. d'ammoniaque; on fait sécher dans l'obscurité complète. Ces plaques sont très sensibles à la région du spectre comprise entre C et A; le maximum de sensibilité se trouve entre B et C, le minimum vers A. En prolongeant la durée du temps de pose, on peut photographier l'infra-rouge. Un peu de

1. *Phot. Correspondenz*, 1901, p. 37.

nitrate d'argent augmente la sensibilité et porte l'action plus loin dans l'infra-rouge. A cet effet, on ajoute au bain préparé 6 à 10 gouttes d'une solution de nitrate d'argent à la dose de 2gr5 pour 100 c. c. d'eau.

Pour orthochromatiser les plaques, M. Ruh[1] utilise la naphto-fluorescéine, qui a l'avantage d'augmenter en même temps, d'une manière notable, la sensibilité au jaune et au rouge. On plonge d'abord la plaque dans un mélange de 20 c. c. d'ammoniaque concentré et 1 litre d'eau; après deux minutes d'action, on plonge la plaque dans un bain contenant 1 litre d'eau, 20 c. c. d'ammoniaque et 120 c. c. de solution de naphto-fluorescéine à 1 %; après une minute d'immersion, on fait sécher la plaque. Toutes ces opérations doivent être effectuées dans le laboratoire obscur; les plaques doivent sécher dans l'obscurité absolue.

Les études faites par M. Ruh montrent que si l'on prend comme point de comparaison l'érythrosine, qui a le pouvoir sensibilisateur maximum, on obtient les nombres suivants avec les autres matières :

Erythrosine, 100; rose bengale, 50; naphto-fluorescéine, 50; méthyléosine 50; éosine, 25; cyanine, 25; rouge de quinoléine, 25; chrysaniline, 12; fluorescéine, 5.

Avec l'érythrosiné, le meilleur bain sensibilisateur, après trempage à l'ammoniaque, est le suivant : eau, 1,000; ammoniaque, 20; solution colorante à 2 pour mille, 60 c. c. Ces plaques doivent être employées aussitôt après le séchage.

Le Dr Valenta a étudié, au point de vue de leur utilisation dans les procédés photographiques, les saccharéines fabriquées par Monnet à Lyon. Par addition de certaines de ces substances en solution ammonio-alcoolique, on obtient une augmentation de sensibilité pour les couleurs voisines de la raie D, c'est-à-dire orange, jaune et jaune verdâtre.

Les plaques ordinaires, et surtout celles qui sont préparées au chlorobromure d'argent, peuvent être rendues sensibles à toutes les couleurs par immersion dans divers bains, dont certains permettent d'accroître la sensibilité de la préparation. On peut employer un bain contenant 20 à 30 c. c. d'une solution alcoolique d'érythrosine à 2 pour mille, 5 c. c. d'ammoniaque, 15 c. c. de solution de rouge de quinoléine dissous à la dose de 2 pour mille, 3 à 5 c. c. de solution de cyanine dissoute à la dose de 2 pour mille, 500 c. c. d'alcool et 500 c. c. d'eau; à ce liquide on ajoute quelques centimètres cubes de dissolution d'azotate d'argent à 10 pour cent. On commence par mélanger les 5 c. c. d'ammoniaque à 50 c. c. d'une solution d'azotate d'argent à 10 pour cent, on filtre si c'est nécessaire et on complète le volume du liquide à 500 c. c. par addition d'eau distillée : c'est ce liquide qui représente les 500 c. c. de la formule. Les plaques sont immergées pendant une minute dans ce bain; on fait sécher dans l'obscurité complète. Ces plaques ne se conservent que peu de temps; en général, après deux jours de conservation, elles donnent des images voilées. On les emploie sans écran coloré devant l'objectif.

On peut conserver ces plaques pendant un certain temps; mais il faut alors supprimer de la formule l'ammoniaque et le nitrate d'argent du bain. On les immerge dans un liquide contenant 60 c. c. de solution alcoolique

1. *Phot. Correspondenz*, 1899.

saturée de jaune d'acridine, 10 c. c. de solution de rouge de quinoléine à 2 pour mille, 5 à 10 c. c. de solution de cyanine à 2 pour mille, 500 c. c. d'alcool et 500 c. c. d'eau; après immersion, on fait sécher dans l'obscurité. La sensibilité générale de la plaque n'est pas accrue et les meilleurs résultats sont obtenus par l'emploi de l'écran jaune. S'il s'agit de préparer des plaques sensibles aux radiations infra-rouges, on les baignera pendant quatre ou cinq minutes dans une solution contenant 20 c. c. de dissolution de bleu de bisulfite d'alizarine à 2 pour mille, 15 c. c. de solution de nigrosine à 2 pour mille, 10 c. c. d'ammoniaque concentrée, 1 litre d'eau et 50 c. c. d'une solution de nitrate d'argent à 25 pour mille. Les plaques immergées dans ce bain sont égouttées, puis séchées dans l'obscurité absolue.

On peut aussi dissoudre la cyanine dans une dissolution aqueuse d'hydrate de chloral. On chauffe dans un bain de vapeur et on ajoute de l'ammoniaque jusqu'à ce qu'il se forme un précipité bleu sur les parois du vase. Si l'on dissout ce précipité dans de l'alcool méthylique, on obtient un bain qui rend les plaques extraordinairement sensibles aux radiations voisines de l'infra-rouge[1].

M. Valenta[2] a constaté qu'en ajoutant du rouge de glycine (de chez Kimelberger, à Prague) à des émulsions par procédé Lipmann, on obtenait correctement le rendu des diverses couleurs. Pour 100 c. c. d'émulsion fraîchement préparée on ajoute 10 c. c. de solution de rouge de glycine à saturation dans l'alcool, 2 c. c. de solution alcoolique d'érythrosine à la dose de 1 gramme pour 500 c. c. et 3 c. c. de solution alcoolique de cyanine dissoute à la dose de 1 gramme pour 500. L'émulsion est préalablement placée dans la glace pour la faire prendre en gelée; on la divise et on la lave dans l'eau froide; après lavages, quand la température ne dépasse pas 10° C., on ajoute la teinture et on fait dissoudre à température aussi basse que possible.

La nigrosine B, employée avec des glaces au chlorobromure, leur donne la sensibilité pour l'extrême rouge; mais si l'on veut reproduire les couleurs orange et jaune, on doit recourir à la cyanine et l'on prépare un bain en utilisant des solutions de réserve faites, d'une part avec 2 grammes de nigrosine dans 1 litre d'eau et d'autre part avec 2 grammes de cyanine dans 1 litre d'eau. On prend 40 c. c. de la première solution, 10 c. c. de la solution de cyanine, 10 c. c. d'ammoniaque et 1 litre d'eau; on plonge les plaques dans ce bain et on laisse sécher dans l'obscurité[3].

Pour rendre les plaques au gélatino-bromure sensibles aux rayons verts, on les plonge dans une solution contenant 1 litre d'eau, 0gr5 d'éosine jaune, 10 c. c. d'alcool à 90° et 10 c. c. d'ammoniaque; le séchage doit s'effectuer dans l'obscurité absolue.

1646. Emploi de l'acide citrique. — Les plaques orthochromatisées à l'aide du bain d'érythrosinate d'argent avec excès d'argent ont une durée de conservation très limitée. M. Vollenbruch[4] a

1. *Revue suisse de photographie*, 1901, p. 106. — 2. *British Journal of Photography*, 23 février 1900. — 3. *The Amateur Photographer*, 22 octobre 1897. — 4. *The Amateur Photographer*, 22 octobre 1897.

utilisé l'acide citrique pour assurer leur conservation et leur sensibilité aux couleurs. Il prépare dans l'obscurité du citrate d'argent par mélange de deux solutions, l'une de 1 gramme de citrate de potassium dans 10 c. c. d'eau et l'autre de 1 gramme de nitrate d'argent dans 10 c. c. d'eau; le précipité est lavé; aux trois quarts de ce précipité on mélange assez d'ammoniaque pour le dissoudre, on ajoute alors à cette dissolution le quatrième quart de citrate d'argent; on agite et on dilue avec de l'eau pour amener à 500 c. c. la solution résultante. D'autre part, on fait dissoudre 1 gramme d'érythrosine pure dans 300 c. c. d'eau, on mélange dans l'obscurité cette solution d'érythrosine avec la solution ammoniacale de citrate d'argent. Le mélange obtenu est additionné d'une solution de 4 grammes d'acide picrique dans 30 c. c. d'alcool absolu. On agite fortement ce mélange que l'on additionne ensuite de 33 c. c. d'ammoniaque de densité 0,91, on filtre alors le bain de réserve ainsi préparé et on le conserve dans l'obscurité. Pour l'usage, on prend 10 c. c. de ce bain que l'on additionne de 300 c. c. d'eau. Pour orthochromatiser les plaques, on les plonge d'abord dans l'eau distillée pendant trois minutes, puis pendant une minute dans une dissolution de 10 c. c. d'ammoniaque pour 1 litre d'eau; enfin, pendant deux minutes dans le bain orthochromatisant; on laisse sécher dans l'obscurité complète.

1647. Séchage des plaques. — Le séchage des plaques que l'on a rendu orthochromatiques doit se faire autant que possible dans une étuve

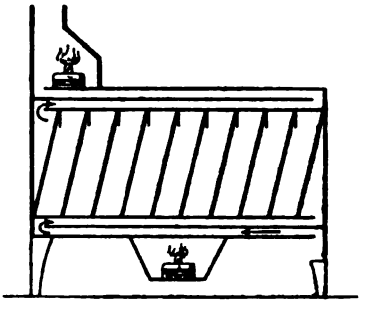


Fig. 162.

à courant d'air à l'abri des poussières : ces poussières renferment un grand nombre de micro-organismes pouvant se développer sur la couche de gélatino-bromure qui, la plupart du temps, constitue un assez bon milieu de culture; la plaque est alors couverte de nombreux cratères ou taches rondes,

déprimées. On utilisera donc l'une des étuves à dessiccation dont nous avons indiqué l'emploi (t. II, pp. **248** à **252**), ou encore l'étuve spéciale construite par M. Demaria [1] sur les indications de M. Reeb. Cette étuve (*fig. 162*) est constituée par une boîte de tôle, de forme parallélipipédique, qui s'ouvre et se ferme au moyen d'une porte à glissières également en tôle à frottement doux, mais à recouvrement suffisant pour éviter toute infiltration de lumière. Le fond est à triple paroi, convenablement espacées en forme de chicane, pour permettre l'introduction de l'air sans entrée de la lumière. La même disposition se retrouve à la partie supérieure, mais en sens contraire, de sorte que l'air sort de la boîte après l'avoir traversée dans toute sa longueur. Une cheminée qui surmonte le tout facilite le tirage, qui peut d'ailleurs être activé à l'aide d'une veilleuse placée dans la cheminée; le fond peut être chauffé par le même moyen. Les plaques sont disposées verticalement dans cette étuve et suffisamment espacées pour une bonne circulation de l'air. Le séchage se fait ainsi très rapidement.

1648. Emploi des écrans colorés. — Lorsque les plaques orthochromatiques sont préparées avec des bains ne contenant pas de sels d'argent, on doit employer des écrans colorés placés à l'avant ou à l'arrière de l'objectif, ou au contact du diaphragme, ou encore au voisinage de la plaque sensible. En général, la teinte de l'écran doit être d'autant plus foncée que l'on photographie des objets plus éloignés (**1597**). Avant d'employer un écran, il convient d'examiner si ses faces sont bien parallèles (**1423**). Le plus souvent, il faudra modifier la mise au point si cette opération est faite avant de disposer l'écran dans l'appareil. C'est seulement avec les objectifs apochromatiques et les écrans parfaitement travaillés que l'on peut se dispenser de faire cette correction, qui est très importante dans les procédés de photographie utilisant plusieurs négatifs.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 395.

CHAPITRE IV

PROCÉDÉS PELLICULAIRES. — NÉGATIFS SUR PAPIER.

§ 1er. — Surfaces sensibles pelliculaires.

1649. Papier pelliculaire. — Le papier pelliculaire préparé par la maison Lumière est obtenu en étendant une couche de gélatino-bromure d'argent sur un papier préalablement recouvert d'une couche de vernis au caoutchouc et à la benzine pure, procédé déjà ancien[1]. Pour le développement de ce papier, M. Balagny utilise soit l'hydroquinone, soit l'hydroquinone et l'iconogène, soit l'acide pyrogallique. On lave après développement et on fait plonger le papier dans un bain d'alun de chrome à 5 %, on fixe à l'hyposulfite de soude à 25 % d'eau, on lave pendant deux heures, on essore rapidement pendant quelques secondes dans un buvard pour enlever tout excès d'humidité, puis on plonge immédiatement les négatifs dans un bain d'alcool dénaturé à 95°. Quand le bain est neuf, il suffit d'une immersion de cinq minutes; on l'y laisse plus longtemps si le bain a servi. On retire le négatif de l'alcool, on le fait sécher au buvard en ayant soin de le changer deux ou trois fois de place dans les feuillets du buvard. Quand le papier est complètement sec, on l'imbibe de benzine à l'aide d'un tampon de flanelle, on passe alors entre la pellicule et le papier la lame mince d'un couteau à palette, et, en le promenant bien à plat sur toute la surface du négatif, on arrive très facilement à séparer celui-ci du papier sans qu'il y ait d'accidents à redouter. Ces pellicules minces peuvent d'ailleurs être reportées sur gélatine par les procédés connus (vol. II, p. **339**). On obtient ainsi un négatif qui peut être imprimé dans les deux sens[2].

1650. Pellicules. — Il est quelquefois difficile de manier les pellicules en rouleaux, et en particulier celles destinées au cinématographe; d'autre part, il peut y avoir des inconvénients à les enduire de glycérine. Dans ce cas, après lavage, on les fait sécher comme à l'ordinaire en les suspendant; quand elles sont sèches, on les enroule, la gélatine en dehors, on ficelle le petit rouleau, et quand on veut imprimer à l'aide des négatifs ainsi conservés, on n'éprouve aucune difficulté[3].

MM. Hesekiel, Moh et Cie ont mis en vente des pellicules de gélatino-bromure pour lesquelles le support de verre ou de celluloïd est remplacé

1. Voir C.Fabre, *la Photographie sur plaque sèche*, 1880. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 150.— 3. *Revue suisse de photographie*, 1899, p. 76.

par une feuille de papier. Le négatif obtenu, après avoir été renforcé par une seconde pellicule de collodion, peut très aisément s'enlever de son support; on obtient ainsi un négatif pelliculaire très solide, à surface dépolie, souple, n'ayant aucune tendance à l'enroulement. Le développement se fait comme s'il s'agissait d'un papier ou d'une plaque de marque quelconque. Ces pellicules sont désignées sous le nom de *secco-films :* elles peuvent être employées dans tous les châssis après les avoir tendues dans des cadres porte-pellicules. La pellicule destinée à renforcer le négatif est livrée avec le paquet des surfaces sensibles que l'on doit employer. La sensibilité de la couche est de 23° au sensitomètre Warnerke.

M. Cross[1] attribue le défaut de conservation du celluloïd à la présence de dérivés nitrés qu'il est parvenu à définir, et qui ne peuvent être éliminés par les lavages à l'eau chaude ou froide, ni même par les dissolvants alcooliques ordinaires. L'acétone, au contraire, même assez dilué dans l'eau pour ne pas attaquer le vrai celluloïd, le débarrasse de ces composés instables.

M. Eckstein a préparé un composé qu'il appelle *hyaline,* et qui est destiné à remplacer avantageusement le celluloïd. Ce composé s'obtient au moyen du coton-poudre mélangé d'une égale quantité de colophane, copal, laque et térébenthine. La matière obtenue est alors dénitrée : on obtient un corps peu combustible, sans odeur, très élastique, mais peu transparent[2].

Les pellicules photographiques de Sandell (*cristoïd films*) ne présentent aucun support, ni papier, ni celluloïd, ni verre; la couche de gélatino-bromure seule offre assez de consistance. Cette couche de gélatino-bromure est double; elle est formée d'un côté par une émulsion lente, de l'autre par une émulsion rapide, de sorte qu'on peut, suivant le sujet à reproduire, varier l'effet en l'employant d'un côté ou de l'autre; on peut s'en servir dans les châssis en la soutenant par un carton[3].

M. Marandy a fait breveter un procédé de préparation des pellicules, procédé qui est basé sur un principe semblable à celui qui servait à la préparation des papiers et cartons pelliculaires Thiébaut[4]. La gélatine étendue sur un vernis à base de résine y adhère imparfaitement et s'en détache facilement; par contre, si la gélatine est additionnée d'une substance capable de lui donner une certaine plasticité (gomme, sucre, miel, glycérine), l'adhérence est parfaite, et il faut que ces substances soient éliminées pour que l'on puisse séparer la gélatine d'avec son support. M. Marandy donne la préférence à la glycérine et recouvre le papier qui doit servir de support provisoire d'une couche de gomme Dammar dissoute dans la benzine; sur cette couche, il étend une couche de gélatine additionnée d'un peu d'alun de potasse et de glycérine; quand cette première couche est sèche, on la recouvre d'émulsion au gélatino-bromure s'il s'agit de préparer un papier destiné à la confection des négatifs; pour les papiers positifs, on emploie une émulsion au gélatino-chlorure. Après les diverses opérations (fixage, lavage, etc.), la glycérine a disparu, la dessiccation s'effectue et la

1. *The Amateur Photographer,* 14 septembre 1900. — 2. *Revue suisse de photographie,* 1900, p. 319.— 3. *British Journal of Photography,* 2 février 1900. — 4. *Aide-mémoire de photographie pour* 1886, p. 57.

pellicule se détache spontanément de son support en papier. Pour que la couche de gélatine reste plane lorsqu'elle a été séparée de son support, il convient de la faire passer dans un bain contenant 60 à 80 grammes de glycérine par litre d'eau, ou encore dans un vernis aqueux préparé avec de la gomme laque et du borax, additionné d'un peu de glycérine.

M. F. Kohl, à Marburg, a fait breveter[1] un procédé de préparation d'une subtance analogue au celluloïd pour la fabrication des plaques et pellicules photographiques. On dissout dans un excès d'acide acétique du coton-poudre, et on ajoute une solution acétique de gélatine; lorsque la transformation de la substance azotée sous l'influence de l'acide organique est achevée, on mélange peu à peu avec de l'alcool et on évapore à basse température la composition étendue en couches minces.

M. Maes a démontré les nombreux avantages que présente l'emploi des pellicules sensibles : elles pèsent environ cinq fois moins que les plaques minces et permettent l'emploi d'appareils plus légers que les châssis ordinaires; de plus, avec les bobines de pellicules, on peut charger les châssis en pleine lumière, on évite le halo, on obtient des négatifs supérieurs à ceux que l'on peut produire avec des plaques de verre; enfin, le négatif peut être imprimé par le recto ou le verso sans perdre de finesse[2].

Lorsque l'on a utilisé une bobine de pellicules, il est préférable de diviser les négatifs avant de les développer. On peut se servir dans ce but d'un appareil mis en vente par la Compagnie Eastmann. Il consiste en un morceau de bois muni d'un support metallique pour maintenir la bobine[3]. On engage la bobine exposée dont on désire couper la pellicule entre les deux montants du support métallique, de telle manière que le côté du papier noir où se trouvent les inscriptions en blanc puisse se dérouler vers le dessous de la planchette; au-dessous de la planche se trouve une ouverture ronde, laquelle correspond à la fenêtre rouge des appareils, et c'est au moment où les numéros imprimés sur la bande de papier noir apparaissent à cette ouverture que le papier et la pellicule sont en place pour être découpés.

La maison Lumière fabrique les pellicules sensibles en bobine, et le papier noir qui est destiné à préserver la couche de l'action de la lumière est enduit d'un vernis neutre, sans action sur le gélatino-bromure d'argent, de telle sorte que la conservation du gélatino-bromure est assurée pendant un temps fort long. Ces pellicules sont fabriquées dans toutes les dimensions.

1651. Développement des pellicules. — M. Parmentier a imaginé un appareil pour le développement automatique des bandes pelliculaires par la méthode du développement lent. L'appareil se compose de quatre parties : le bâti, la cuvette, le moteur et le tambour mobile sur lequel on enroule la pellicule; un couvercle en forme de boîte sans fond recouvre le tout; le tambour mobile est actionné par un moteur à eau. Lorsque quelques-unes des parties exposées sont développées, on détache la pellicule du tambour, on sépare les négatifs, on les met dans une cuvette d'eau pure et l'on achève ensuite de développer dans un bain énergique.

1. *Brevet allemand*, 114,298. — 2. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1901, p. 302. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 25.

1652. Report des pellicules sur verre. — Il arrive quelquefois que les joints du celluloïd qui constitue la couche support des pellicules en rouleaux est visible sur la photographie. On peut éviter cet inconvénient en transportant la pellicule sur verre. Dans ce but, M. W. Jennings[1] recommande d'immerger la pellicule pendant quelques instants dans une solution d'alun à 10 %; on met la pellicule bien à plat sur une plaque de verre et on détache avec précaution la feuille de gélatine en frottant avec le doigt; on commence par les deux bords du haut et on avance des bords au centre jusqu'à ce que la couche se détache entièrement; on lave à l'eau froide, on immerge dans un bain d'eau additionné de glycérine dans la proportion de 10 %, on glisse un support de verre sous la pellicule, on fait adhérer en évitant les bulles d'air, on lave sous le jet d'un robinet d'eau, on chasse les bulles d'air à l'aide d'une raclette et on fait sécher. Si l'on tient à obtenir un négatif pelliculaire, on fait le report sur glace talquée et collodionnée.

§ 2. — Papier négatif.

1652 Emulsion sur papier. — M. Colson a montré qu'une émulsion est beaucoup plus sensible à l'action de la lumière lorsqu'elle est étendue sur papier que lorsqu'elle est couchée sur verre; ce fait provient de la réflexion de la lumière à la surface du papier[2].

Les papiers préparés autrefois par Morgan, vers 1881, par la Cie Eastmann, en 1886, fournissaient d'excellents résultats, et il est regrettable que cette fabrication n'ait pas été continuée, étant donnés les nombreux avantages que présentent la production des négatifs sur papier; malheureusement, l'émulsion s'altère bien plus vite lorsqu'elle est couchée sur le papier que lorsqu'elle est étendue sur verre; la perte de sensibilité est très rapide et les images ne tardent pas à manifester une tendance très prononcée au voile général. C'est là, d'ailleurs, un inconvénient que l'on constate avec tous les papiers destinés au tirage des positives par développement. La perte de sensibilité, le défaut de conservation et la grande rapidité que l'on a obtenue avec les émulsions étendues sur verre, rapidité très suffisante pour les travaux usuels, ont fait délaisser ce procédé qui a surtout été employé dès le début de l'apparition du gélatino-bromure d'argent et qui, permettant l'action du révélateur sur les deux parties de la couche sensible, fournissait des négatifs supérieurs à ceux que l'on obtenait sur glace.

Ces papiers au gélatino-bromure sont fabriqués surtout pour l'obtention d'images positives. Peu de maisons fabriquent le papier destiné à la production du négatif au gélatino-bromure; mais bon nombre des papiers sensibles que l'on trouve dans le commerce sont assez minces pour être employés à la production des négatifs à la chambre noire; l'image obtenue est exempte de halo. Le prix de revient de cette image est minime si on le compare à celui des négatifs sur plaque du même format.

La préparation de ce papier négatif a d'ailleurs été maintes fois décrite (vol. I, p. **349**), soit que l'on veuille préparer de petites quantités de pa-

1. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1899, p. 341. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 169.

pier, soit que l'on veuille opérer industriellement. Le développement ne présente rien de particulier et s'effectue comme celui des plaques, à cette différence près qu'il convient de faire tremper le papier dans l'eau pure avant de développer; l'apparition de l'image a lieu bien plus régulièrement que si l'on opère par simple immersion du papier dans le bain révélateur; en revanche, la durée de l'opération est un peu plus longue.

Le papier négatif ou la pellicule peuvent être utilisés par un procédé d'impression par absorption de la lumière, comme l'a indiqué M. Player[1]. Il place une surface sensible en contact de l'objet à reproduire qui doit présenter une surface plane (impression ou peinture) et fait passer la lumière tamisée par une glace verte, d'abord à travers la surface sensible étendue sur papier ou même sur glace, de façon qu'elle n'arrive à l'impression ou à la peinture qu'après avoir traversé la surface sensible; après une exposition de vingt à trente minutes, le papier ou la plaque sensible, au lieu d'être noircis sur toute leur surface, présentent la reproduction négative de l'objet. On peut supprimer la glace verte et procéder par développement au lieu de noircissement direct. On peut employer ce procédé pour la reproduction de vieux manuscrits souvent froissés, comme aussi pour celle des vignettes imprimées dans le texte d'un volume.

1. *Journ. Camera Club*, décembre 1896.

CHAPITRE V.

RETOUCHE DES NÉGATIFS. — CONTRETYPES.

§ 1. — Retouche des négatifs.

1653. Négatifs défectueux. — Un négatif léger, surexposé, traité par une solution de bromure de cuivre, passe rapidement à une teinte d'un blanc jaunâtre; on le lave quand il est sec, on le vernit et on le double avec du velours noir. On obtient ainsi un positif par réflexion qui permettra d'obtenir un nouveau négatif servant à l'impression d'images positives.

Les négatifs qui sont un peu faibles peuvent être améliorés en les renforçant avec un bain de bichlorure de mercure et développant de nouveau avec le bain à l'oxalate de fer[1].

L'un des meilleurs procédés pour enlever le voile qui recouvre la surface du négatif consiste à l'immerger pendant plusieurs heures dans un bain contenant 10 grammes d'iodure de potassium pour 1 litre de solution d'hyposulfite de soude à 25 %.

Les négatifs un peu durs sont améliorés par immersion dans une solution d'une couleur bleu-vert soluble à l'eau : la couche absorbe le maximum de couleur dans les régions de la gélatine les plus pauvres en argent, c'est-à-dire dans les ombres ; l'image obtenue avec un négatif ainsi traité est moins dure que celle obtenue du même négatif avant tout traitement[2].

1654. Négatifs cassés. — Il arrive souvent qu'un négatif se fêle pendant le tirage. M. Roy a indiqué le procédé suivant, qui permet de le réparer facilement si le verre seul est brisé, la pellicule de gélatine étant intacte. Le négatif est placé couche en dessous sur une feuille de papier buvard propre, et le côté verre est badigeonné sur une zone de 3 ou 4 centimètres du côté de la cassure avec un peu de solution de caoutchouc dans la benzine à la dose de 2 à 3 %; par-dessus le caoutchouc, on étend une bande de papier dioptrique de largeur suffisante et sur le tout, au moyen d'un pinceau, on étend une bonne couche de collodion à l'acétate d'amyle. On laisse sécher le collodion, puis on plonge le négatif pendant douze minutes dans une solution de formol à 10 % ; on laisse sécher et on incise sur les bords ; on porte ensuite le négatif dans une solution de carbonate de soude, puis, sans lavage, dans une cuvette contenant de l'eau fortement acidulée par l'acide chlorhydrique; la pellicule se détache aussitôt

1. *Photography*, n° 448. — 2. *Anthony's Photographic Bulletin*, 1900, n° 2.

du verre; il ne reste plus qu'à la recueillir et la doubler par les procédés connus. Le négatif ainsi reporté ne montre pas trace de la félure, ce que la retouche la plus habile ne saurait dissimuler.

M. Reeb[1] a indiqué un tour de main permettant de consolider instantanément un négatif fendu, ou encore d'en rapprocher solidement les morceaux s'il est brisé. On utilise pour cela un négatif de rebut recouvert de sa couche de gélatine que l'on donne au premier comme support; on plonge ce négatif dans l'eau et sans attendre que la gélatine ait eu le temps de gonfler entièrement, on l'en retire et on y applique le négatif fendu ou brisé, le côté du verre étant contre la gélatine mouillée; on exerce alors avec la main une légère pression qui, tout en maintenant le négatif brisé en contact avec la gélatine mouillée, devra concourir à fixer en bonne place les parties cassées. Pendant ce temps, grâce à la pression atmosphérique, la gélatine mouillée continuant de gonfler, le négatif brisé est solidement collé à la plaque recouverte de gélatine. A la rigueur, si l'on utilise une plaque sensible simplement fixée à l'hyposulfite de soude, le pelliculage peut être évité; le tirage du négatif s'effectue seulement à travers deux épaisseurs de verre au lieu d'une.

Pour pelliculer le négatif, on opère à la façon habituelle (**B, 1426**). On trempe le négatif dans un bain préparateur de formol, on laisse sécher, on le recouvre ensuite d'un collodion épais; quand il a fait prise, on plonge dans l'eau glycérinée et l'on soulève la pellicule.

1655. Retouche des négatifs. — On peut enlever le vernis existant sur un négatif en le plongeant dans un mélange de 50 c. c. d'ammoniaque additionné d'une quantite d'alcool suffisante pour faire un litre. Après un quart d'heure d'immersion, on frotte, sous ce liquide, la surface vernie avec un tampon d'ouate; quand le vernis a disparu, on rince avec un peu d'alcool, on lave sous un robinet d'eau et on fait sécher[2].

Pour boucher les trous dans les négatifs, il convient de tremper d'abord le pinceau dans l'eau, après quoi on enlève autant que possible l'humidité en passant les soies contre les bords du récipient. La pointe est chargée de couleur en la passant sur la palette avec un mouvement de rotation, c'est-à-dire en roulant le manche du pinceau entre les doigts et le pouce et non en donnant au pinceau un mouvement de va-et-vient. Le pinceau est alors dressé en pointe et l'excès de couleur enlevé : l'extrémité seule contient de la couleur, tandis que le corps du pinceau est rempli d'eau juste assez pour tenir les poils ensemble[3]. On bouche les trous en tenant le pinceau presque perpendiculairement à la gélatine. Les taches un peu grandes doivent d'abord être couvertes d'une légère couche de couleur avant de les fermer entièrement par pointillage.

M. Vaucamps a indiqué un moyen très pratique pour boucher les trous qui se forment dans les négatifs. On trempe la pointe d'un crayon dans du vernis à négatifs, on frotte avec ce crayon jusqu'à ce que la petite goutte de vernis ait pris la teinte voulue : on obtient ainsi la couleur qui sert à boucher le trou. Si le résultat n'est pas bon, on enlève à l'alcool et on recommence.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 83. — 2. *La Photographie*, 1900, p. 79. — 3. *Wilson Photographic Magazine*, n° 517.

Ces trous peuvent d'ailleurs être bouchés en utilisant le carmin délayé dans l'eau légèrement gommeuse. On applique d'abord sur la partie a retoucher une légère couche de matolin (préparé en dissolvant 10 grammes de colophane dans 150 c. c. d'essence de térébenthine); grâce à cet artifice, la couleur ne s'accumule pas vers les bords du trou sans le boucher.

Ces piqûres, ces trous d'aiguilles des plaques sont provoqués par la poussière qui se dépose à la surface de la gélatine ; le plus souvent, on les constate avec les appareils à magasin dans lesquels le changement de plaque fait agiter la poussière renfermée dans le magasin et la fait tomber sur la plaque ; on peut donc observer la présence de trous d'aiguille sur les plaques les mieux époussetées. On peut fixer cette poussière en utilisant le produit connu sous le nom de *Dustless :* c'est un liquide que l'on utilise en Amérique au balayage des parquets. Pour l'emploi en photographie, il suffit de brosser soigneusement l'intérieur de l'appareil photographique, et après avoir agité le flacon, on fait tomber quelques gouttes de liquide sur un chiffon de laine, on enduit soigneusement les parois de la chambre, et au moyen d'un petit bâton, on fait pénétrer cette huile dans tous les coins : ce liquide huileux attire la poussière et la fixe aux parois de l'appareil. L'action de ce produit est efficace pendant une quinzaine de jours; après ce temps, on brosse l'intérieur de l'appareil avec une brosse dure, on recueille les petites boulettes qui se sont formées par l'agglomération de la poussière, et il suffit alors d'étendre une nouvelle couche de Dustless. Si on a le soin de brosser les plaques avec un petit coussin de velours avant de les mettre dans les châssis, on sera complètement à l'abri de cet insuccès.

Les retouches faites au dos du négatif sont préférables à celles faites du côté du verre. Pour les obtenir facilement, on a proposé l'emploi de vernis ou de collodion ; on peut aussi utiliser une couche de gélatine obtenue en étendant au dos de la glace une solution de gélatine à 5 %. L'emploi d'un négatif ou d'un positif compensateur (**A, 1183, B, 1431**), récemment recommandé[1], fournit de très bons résultats pour l'impression des détails dans les ombres.

Il est facile d'inscrire des titres sur un négatif. L'inscription est faite à l'encre de Chine et dans son vrai sens sur une bande de gélatine en feuille très mince du commerce que l'on fait adhérer sur l'endroit choisi du négatif préalablement verni, l'écriture bien sèche contre l'image à l'aide d'un peu de gomme liquide. L'épreuve porte alors en blanc le titre du sujet. Si le négatif est verni, on peut recommencer l'opération en enlevant l'étiquette avec un peu d'eau.

§ 2. — CONTRETYPES.

1656. Contretypes par insolubilisation. — La préparation des contretypes par insolubilisation de la couche de gélatino-bromure d'argent, sous l'influence de la lumière et du bichromate de potassium, est à peu près abandonné aujourd'hui. Ce procédé[2] consiste à plonger une plaque au

1. *The American Photographer*, n° 791 ; *la Photographie*, 1899, p. 183. — 2. *British Journal of Photography*, 17 septembre 1897.

gélatino-bromure dans un bain faible de bichromate de potassium, à laisser sécher à l'obscurité, puis à exposer sous le négatif à produire jusqu'à ce qu'une image vigoureuse soit visible au dos de la plaque. On lave alors avec soin, de façon à éliminer tout le bichromate, puis on expose de nouveau à la lumière et l'on développe avec un révélateur quelconque. La durée de l'insolation sous le négatif constitue la seule difficulté de ce procédé.

1657. Contretypes par les oxydants. — On peut utiliser pour la production des contretypes les propriétés oxydantes du persulfate d'ammonium[1]. On exécute du négatif un positif sur verre recouvert d'une bonne émulsion au chlorure d'argent; la plaque n'est retirée du révélateur que lorsque les ombres les plus foncées du sujet sont visibles au dos de la couche d'émulsion; on lave complètement sans fixer et on plonge la plaque dans une solution de persulfate d'ammonium à 5 %, solution dans laquelle disparaît progressivement tout l'argent qui constituait les noirs de la première image. Dès que la plaque est plongée dans ce bain, on peut admettre la lumière du jour dans le laboratoire. On lave à fond, on développe de nouveau et on obtient un négatif si l'on a imprimé sous un négatif.

Il convient d'exposer les deux côtés de la couche de bromure d'argent à l'action d'un bec de gaz lorsque l'argent réduit qui formait l'image a été dissous par le persulfate d'ammoniaque; on développe à l'acide pyrogallique[2] et le négatif ainsi obtenu ne présente pas trace de voile.

M. Namias[3] utilise comme dissolvant le permanganate de potassium mélangé d'acide sulfurique. Il se sert de plaques peu sensibles, expose longuement et révèle l'image avec un développateur à l'hydroquinone contenant au moins 7 grammes de bromure de potassium par litre. Le développement est poussé à fond, sans se préoccuper du voile qui peut se produire; on lave et on plonge la plaque dans une solution contenant 1 gramme de permanganate de potassium et 2 c. c. d'acide sulfurique pour un litre d'eau : l'argent qui forme l'image est rapidement dissous. La plaque prend une teinte brunâtre par le dépôt d'une minime quantité de bioxyde de manganèse. On enlève ce dépôt en plongeant la couche dans une dissolution d'acide oxalique à 1 %; on lave à fond et on développe à la lumière en utilisant un bain contenant : eau, 1000 c. c.; sulfite de soude anhydre, 20 grammes; métol, 10 grammes; potasse caustique, 10 grammes.

M. Drouillard[4] obtient d'abord à la chambre noire un positif par développement au diamidophénol; il évite la surexposition et continue

1. *Photography*, 1898. — 2. *Ibid.*, 27 avril 1899. — 3. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1899, p. 580. — 4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 348.

le développement jusqu'à ce que l'intensité de l'image ne monte qu'en se grisant dans les blancs qui devraient rester purs; il lave abondamment, place la plaque dans une cuvette noire en carton durci et continue le lavage jusqu'à ce que l'eau de lavage ne soit plus colorée en jaune; il expose la cuvette et le positif non fixé à la lumière du jour en inclinant légèrement la cuvette et la maintenant dans cette position pendant environ sept minutes; puis, opérant à la lumière rouge du laboratoire, il lave le positif et le plonge dans une solution aqueuse de permanganate de potassium à 10 °/₀, dans laquelle il ajoute au moment de s'en servir cinq à six gouttes d'acide sulfurique ordinaire par 60 c. c. de solution de permanganate de potasse; on agite jusqu'à ce que l'image positive ait disparu aussi bien par transparence que par réflexion; on lave ensuite légèrement et on passe la plaque dans une solution de sulfite de soude à 1 °/₀. On voit alors apparaître, par suite de la décoloration du permanganate par le sulfite, un négatif assez complet que l'on fait monter sous l'action d'un révélateur tel que le diamidophénol. On se sert comme accélérateur d'une solution concentrée de sulfite; c'est par transparence que l'on juge de l'intensité du négatif; on lave et on fixe. M. Drouillard a montré que pour réussir par ce procédé, il faut éviter la surexposition, pousser l'oxydation au moyen du permanganate jusqu'à ce que l'image positive formée par l'argent réduit ait disparu, et laisser agir la solution de sulfite jusqu'à ce que le négatif soit visible sans mélange de positif par transparence, et surtout par réflexion, en examinant le dos de la plaque.

La confection des contretypes permet de modifier facilement le caractère d'un négatif. Une pose courte donne dans le négatif achevé une densité trop grande, de la dureté, tandis que la surexposition exagérée fournit un négatif faible, transparent, avec les lumières manquant de densité et les ombres de détails. Ces modifications sont facilement obtenues par l'emploi du bain à la glycine contenant 1 litre d'eau, 22 grammes de sulfite de soude anhydre, 8 grammes de glycine, 40 grammes de carbonate de potasse et 0^{gr}3 de bromure de potassium. Le développement doit être continué jusqu'à ce que l'image soit complètement visible au dos de la plaque. On lave, on fait disparaître l'image par le bain de persulfate d'ammoniaque à 5 °/₀, puis l'on immerge la plaque dans une solution de 25 grammes de sulfite de soude pour un litre d'eau : ce bain dissout le sulfate d'argent formé par l'action du persulfate, action qui doit s'exercer à

la lumière du jour; on lave, on fait le second développement en pleine lumière et on fixe à l'hyposulfite de soude.

1658. Utilisation des plaques voilées. — On a proposé d'utiliser à la confection des contre-types les plaques voilées; mais ce procédé ne vaut pas celui qui est basé sur l'emploi des oxydants. La couche de gélatine qui se trouve sur la plaque voilée peut être utilisée en fixant celle-ci, lavant complètement, puis sensibilisant cette couche à l'aide de bichromate de potasse pour les impressions aux encres grasses, ou encore au fer pour le procédé au ferro-prussiate[1].

Cette couche de gélatine peut d'ailleurs servir de support à une image positive. Dans ce but, on plonge la plaque dans un bain de 50 grammes d'acide citrique, 100 grammes de nitrate d'argent et 1 litre d'eau; on fait sécher dans l'obscurité, et on imprime jusqu'à métallisation des ombres. L'acide citrique ramollissant la gélatine pendant l'été, on utilisera en cette saison un bain contenant 66 grammes de nitrate d'argent et 25 grammes d'acide citrique pour 1 litre d'eau. Par l'emploi du nitrate d'urane, on peut imprimer très rapidement. Le bain sensibilisateur contient 30 grammes de nitrate d'argent et 30 grammes de nitrate d'urane[2].

La couche de gélatino-bromure qui donne des images voilées peut être modifiée et servir à obtenir des diapositives. On expose les plaques pendant quelques secondes à la lumière du jour, ou pendant quelques minutes à la lumière artificielles, puis, passant dans l'obscurité, on les immerge dans un bain contenant 6 grammes de bromure de potassium, 50 grammes de chlorure de cuivre et 1 litre d'eau distillée; après dix minutes d'action, on les enlève du bain, on les lave à l'eau courante pendant un quart d'heure, ou dans une cuvette dont on renouvelle l'eau douze fois toutes les trois minutes, puis on fait sécher dans l'obscurité. L'exposition de ces plaques sous un négatif exige de vingt à trente secondes à la lumière du jour, et de deux à cinq minutes à celle d'un bec de gaz à $0^{m}30$ de distance; on emploie un révélateur à l'hydroquinone.

La plaque voilée peut encore être utilisée à la production de figures schématiques pour projections. Dans ce but, on imprime sous un négatif jusqu'à ce qu'il se produise une faible image bleuâtre; on suit les contours de l'image avec une pointe aiguë qui enlève la gélatine, on renforce et on se sert de cette plaque comme d'un négatif. On peut aussi suivre les contours avec une plume trempée dans de l'encre indélébile; on fixe et on lave : il reste un dessin noir sur fond transparent. On peut l'utiliser pour projections.

M. Gœdike a cherché à évaluer la proportion de lumière qui traverse une couche de gélatino-bromure sans être utilisée pour l'impression : il a constaté que la lumière qui traverse quatre couches d'émulsion, chacune d'elle étant étendue sur feuille de celluloïd, est encore susceptible de fournir une impression; il a constaté qu'avec les pellicules du commerce la couche sensible absorbe les trois quarts de la lumière et en laisse passer un quart. Si l'on renvoie cette lumière sur la couche en la faisant réfléchir sur un papier d'étain placé derrière la pellicule, on abrégera la durée du

1. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1901, p. 190. — 2. *Photo-Gazette*, 1901, p. 243.

temps de pose[1]. Au lieu d'une feuille de papier d'étain, on peut se servir d'aluminium poli ou bruni. L'aluminium se brunit facilement en utilisant le sable de mer comme brunissoir; il y a donc intérêt, sous le rapport de la diminution de poids et de la rapidité d'impression, à faire en aluminium poli les tables sur lesquelles se déroulent les bobines employées dans les châssis à pellicules.

1659. Conservation des négatifs. — La durée de conservation des négatifs est variable et dépend des soins apportés à leur confection. Pour les conserver le plus longtemps possible, M. Bothamley[2] recommande de les laver abondamment, mais pas pendant trop longtemps, de les sécher complètement dans une chambre chaude, et de ne pas les laisser se refroidir avant de les vernir. La couche de gélatine, absolument sèche, doit être enduite d'un vernis contenant de la résine copal ou toute autre gomme imperméable à l'air. Tout négatif de quelque valeur doit être verni avec soin. L'alunage n'est pas à recommander : il diminue le pouvoir adhésif de la pellicule au verre et il peut rester des traces d'alun dans la gélatine, ce qui ne tarde pas à altérer la couche.

BIBLIOGRAPHIE

ABNEY. *Instantaneous photography.*
— *Instruction in Photography.*
BRÚNEL. *Variations et déterminations du temps de pose en photographie.*
BLECH (E.). *Stand Entwicklung.*
BUGUET (A.). *La photographie de l'amateur débutant.*
BURTON. *Fabrication des plaques au gélatino-bromure.*
CLERC (L.-P.) et NIEWENGLOWSKI. *La photographie du commençant.*
— — *La chimie du photographe.*
COLSON. *La plaque photographique.*
COMBES. *Sans objectif.*
COURRÈGES (A.). *Ce qu'il faut savoir pour réussir en photographie.*
— *La retouche du cliché.*
COVENTRY. *The Technics of the hand Camera.*
DELAMARRE (A.). *Les méthodes de développement.*
DILLAYE (F.). *Le développement en photographie.*
— *Considérations générales sur le portrait en photographie.*
— *Le paysage.*
EDER (Dr J.-M.). *Formules, recettes et tables pour la photographie et les procédés de reproduction.*

1. *Photographisches Wochenblatt*, 10 décembre 1899. — 2. *Photography*, n° 653.

EMERY (H.). *La photographie artistique; comment l'amateur devient un artiste.*

FRŒLICHER. *Physique photographique.*

GIOPPI (Dr). *Manuale pratico di fotografia alla gelatino-bromuro d'argento.*

KIESSLING (N.). *Das Arbeiten mit Films.*

LAINER (A.). *Lehrbuch der photographischen Chemie und Photochemie.*

LIESEGANG (R.-Ed.). *Chimie photographique à l'usage des débutants.*

LŒSCHER. *Leitfaden Landschaft-Photographie.*

LONDE (A.). *Traité pratique du développement.*

MACLEAN (H.). *Photography for Artists.*

MIETHE (Dr). *Lehrbuch der Praktischen Photographie.*

MOLINIÉ (M.). *Comment on obtient un cliché photographique.*

NAMIAS. *I progressi della Fotochimica.*

— *Manuale teorico pratico di chimica fotografico.*

NAUDET (G.). *Insuccès photographiques. — Comment les éviter, comment y remédier.*

NIEWENGLOSWSKI (G.-H.). *Phototype négatif.*

OSMOND (H. D'). *La pratique de la lumière-éclair.*

PECTOR (S.). *Congrès international de photographie, 1900.*

REYNER (A.). *Le portrait et les groupes en plein air.*

— *Les petits travaux du photographe* (3 volumes).

SANTOPONTE. *Manuale pratico di fotografia alla gelatina-bromuro d'argento.*

— *Fotografia artistica. — Regole et consigli pratici pei Dilettanti.*

SCHNAUSS (H). *Die Blitzlicht-Photographie.*

SCHMITZ (Hanz). *Das Fernobjektiv.*

SEYEWETZ (A.). *Le développement de l'image latente en photographie.*

— *Résumé du cours libre de photographie professé à la Faculté des sciences de Lyon.*

SASSI. *Formulaire photographique.*

SORET (A.). *Guide du débutant.*

TRUTAT. *Dix leçons de photographie.*

VOGEL (Dr E.). *Taschenbuch der praktischen photographie.*

LIVRE III

PHOTOGRAMMES OU PHOTOCOPIES

CHAPITRE PREMIER

PHOTOGRAMMES AUX SELS D'ARGENT

§ 1er. — Photogrammes a images apparentes.

1660. Papier salé. — Un papier quelconque, pourvu qu'il soit assez fortement encollé, peut être sensibilisé à l'aide d'une solution préparée avec 4 grammes d'encens, 3 grammes de résine mastic, 3gr25 de chlorure de calcium et 150 c. c. d'alcool. Ce papier est complètement séché, puis sensibilisé dans l'obscurité, en le faisant flotter pendant trois minutes sur un bain à l'ammonio-nitrate d'argent : ce bain se prépare en dissolvant 10 grammes de nitrate d'argent dans 100 c. c. d'eau et ajoutant goutte à goutte de l'ammoniaque jusqu'à ce que le précipité, d'abord formé, soit à peu près complètement dissous. On filtre ce liquide avant de l'employer; on imprime au châssis-presse, on vire et l'on fixe comme s'il s'agissait de papier salé ordinaire. En ajoutant du nitrate d'urane au bain de virage, on obtient des épreuves d'un beau ton noir[1].

On peut préparer un papier noircissant rapidement à la lumière en utilisant le citrate de fer ammoniacal et le nitrate d'argent (B, **1453**), ou encore le tartrate de fer ammoniacal. Le papier est enduit de ces dissolutions en se servant comme pinceau d'une touffe de coton pressée entre deux lamelles de verre. Si l'encollage du papier est insuffisant, auquel cas l'image semble être à l'intérieur de la pâte du papier, on mélange à la solution sensibilisatrice, au moment de l'employer, soit une solution de dextrine, soit de l'empois d'amidon[2].

Certaines variétés de papiers très minces, préparés au Japon, peuvent être utilisées en photographie. On les encolle avec une solution contenant 480 c. c. d'eau, 24 grammes de gélatine, 5 grammes de chlorure d'ammonium et 120 c. c. de solution alcoolique de sandaraque à 10 %. On dissout la gélatine dans l'eau, puis le chlorure d'ammonium, et on ajoute peu à

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 430. — 2. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1899, p. 202.

peu la solution de sandaraque : on obtient ainsi une émulsion qui sert à encoller le papier à chaud. On le fait sécher et on le sensibilise sur un bain d'argent; on fait sécher dans l'obscurité. L'impression doit être continuée jusqu'à ce que l'image soit bien vigoureuse; on vire et on fixe avec des bains fortement étendus d'eau; on fait sécher l'épreuve sur un stirator.

1661. Papier albuminé. — L'emploi de l'albumine des œufs présente des inconvénients dans la fabrication du papier albuminé; on les évite en utilisant certains composés, tels que la fibrine, la mucédine, la gliadine, ou autres analogues extraits des céréales et solubles à l'alcool, Ces albumines sont employées isolément ou associées à d'autres produits; elles fournissent des émulsions très sensibles, se conservant très bien, ne se gonflant pas dans les bains. Le papier qui est enduit de ces substances ne s'enroule pas sur lui-même au contact des divers bains.

M. Bachrach a conseillé l'immersion complète du papier albuminé pendant quatre minutes dans le bain d'argent à 12 °/₀ destiné à le sensibiliser[1]; on sèche dans l'obscurité et l'on expose aux vapeurs ammoniacales. Pour obtenir des tons noirs, on vire d'abord au bain d'or ordinaire, puis, après lavages, on fait un nouveau virage dans un bain contenant 1 gramme de chloroplatinite de potassium, 5 grammes d'acide citrique, 3gr5 de sel de cuisine et un demi-litre d'eau; lorsque le ton noir est obtenu, on lave à l'eau, puis on plonge l'épreuve dans un bain de 10 grammes de carbonate de soude par litre; on lave soigneusement au sortir de ce bain et on fixe dans une solution d'hyposulfite de soude à 25 °/₀ d'eau.

On peut augmenter la sensibilité du papier albuminé, comme d'ailleurs la sensibilité de tous les papiers à noircissement direct en les immergeant dans une solution de phosphate de soude à 5 °/₀ et les faisant sécher à l'abri de la lumière. Le papier ainsi traité ne se conserve que pendant un temps très court (vingt-quatre heures au plus pendant les chaleurs de l'été).

1662. Papier à la gélatine. — La préparation d'un papier au gélatino-chlorure, susceptible de dispenser de l'opération du virage, se fait en dissolvant sur un feu doux 5 grammes de gélatine mise à gonfler dans deux litres d'eau distillée; on ajoute lentement 8 à 10 c. c. d'alcool; au liquide obtenu, on ajoute à chaud (pendant la préparation, la température ne doit pas dépasser 30° C.) une solution faite avec 30 c. c. d'eau, 1gr05 de chlorure de lithium et 0gr05 de chlorure d'or. Le mélange étant rendu bien homogène, on ajoute par petites quantités, et en agitant vigoureusement, une solution faite avec 20 grammes de nitrate d'argent, 100 c. c. d'eau distillée et 5 grammes de gélatine : cette opération s'effectue dans l'obscurité. On ajoute, enfin, 3 grammes de citrate de soude et 0gr05 d'acide citrique dissous dans 20 c. c. d'eau distillée. L'émulsion ainsi obtenue est versée sur une plaque de verre préalablement talquée; lorsqu'elle a fait prise, on applique à sa surface une feuille de papier rugueux, on laisse sécher et on enlève le papier, qui doit être employé immédiatement[2].

1. *British Journal of Photography*, 1900, n° 2067. — 2. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1900, p. 265.

M. Hélain[1] a constaté que si l'on fait entrer un iodure alcalin dans la constitution des bains d'or au sulfocyanate d'ammonium, on leur donne la propriété de virer en rouge les papiers à image apparente dits au citrate d'argent. On prépare le bain de virage avec 1 litre d'eau, 5 grammes de sulfocyanate d'ammonium et une quantité variable d'iodure de potassium, quantité qui ne doit pas dépasser 1gr50; on ajoute, en remuant constamment, 0gr25 de chlorure d'or brun préalablement dissous dans une petite quantité d'eau : ce bain ne se conserve pas. Les photogrammes imprimés à l'intensité que l'on veut leur voir conserver sont, au sortir du châssis-presse, lavés avec soin. On les immerge dans la cuvette contenant le bain d'or, on remue constamment le liquide de cette cuvette, et lorsque la teinte désirée est obtenue, on lave et on fixe dans un bain d'hyposulfite de soude à 15 ou 20 %. Avec la dose maxima d'iodure de potassium, on obtient la teinte rouge carmin. Plus on diminue la proportion d'iodure, moins la nuance tend à se rapprocher du rouge. Les tons chauds sont obtenus avec 0gr20 ou 0gr25 d'iodure de potassium; la teinte rouge carmin est obtenue en trente-cinq à quarante minutes par température moyenne.

1663. Papiers au collodio-chlorure. — L'émulsion au collodio-chlorure doit être étendue soit sur papier couché, soit sur papier gélatiné préalablement insolubilisé au formol, soit encore sur un papier revêtu d'une dissolution de caoutchouc dans la benzine. On peut obtenir une bonne émulsion en mélangeant à 650 c. c. de collodion normal à 5 % de coton-poudre, 100 c. c. d'éther; d'autre part, on fait dissoudre dans un flacon de verre placé au bain-marie 24 grammes de nitrate d'argent dans 25 c. c. d'eau distillée; on ajoute 130 c. c. d'alcool absolu et on mélange cette dissolution au collodion étendu d'éther. Le mélange étant obtenu, on le porte dans l'obscurité et on l'additionne peu à peu de la liqueur de chlorure, liqueur que l'on prépare en faisant dissoudre 5 grammes de chlorure de lithium et 3 grammes d'acide citrique dans 10 c. c. d'eau distillée et ajoutant après dissolution 70 c. c. d'alcool absolu. L'émulsion obtenue par mélange de ces liquides est fortement agitée; puis, dans le but de donner une certaine souplesse à la pellicule sensible, on additionne l'émulsion d'un mélange de 10 c. c. de glycérine et 10 c. c. d'huile de castor mélangés à 20 c. c. d'alcool absolu; on agite fortement, on laisse reposer et l'on filtre au coton.

En préparant une émulsion au collodio-phosphate d'argent, on peut obtenir des papiers très sensibles. Le Dr Valenta[2] ajoute 300 c. c. d'éther à 1,500 c. c. d'un collodion à 4 % de papyroxyle; le mélange est additionné de 20 à 25 c. c. de solution commerciale d'acide phosphorique à 40 %, dont la densité est 1,265 à 15° centigrades, on agite et on additionne le tout de 5 à 6 grammes d'acide citrique dissous dans 100 c. c. d'alcool. On obtient ainsi un collodion très acide qui, en réagissant sur le carbonate d'argent, fournira l'émulsion sensible. La préparation du carbonate d'argent s'effectue en faisant dissoudre 75 grammes d'azotate d'argent dans 250 c. c. d'eau distillée et précipitant dans l'obscurité à l'aide d'un léger excès de dissolu-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 259. — 2. *Phot. Correspondenz*, t. XXXVII, p. 312.

tion de bicarbonate de soude. Le carbonate d'argent précipité est lavé par décantation à l'eau distillée; on laisse égoutter l'excès d'eau et on termine par deux lavages à l'alcool. Ce précipité bien lavé est ajouté au collodion acide. On opère dans l'obscurité, dans un flacon ouvert pour permettre à l'acide carbonique de s'échapper et en agitant à l'aide d'une baguette de verre; quand tout le carbonate d'argent a été ainsi ajouté et que l'on a obtenu une émulsion jaunâtre, on ajoute 20 c. c. d'un mélange à parties égales de glycérine et d'alcool, on agite fortement et l'on filtre.

Les couches sensibles préparées à l'aide de ce papier s'impriment très rapidement à la lumière. Toutes les manipulations doivent être effectuées en lumière jaune. Ce papier convient plus particulièrement au tirage des négatifs vigoureux. Au sortir du châssis, on lave à l'eau, puis on vire au bain d'or. Comme avec tous les papiers fournissant des images apparentes, on peut faire le développement de l'image partiellement imprimée, et en particulier on peut utiliser une solution aqueuse d'hydroquinone contenant un peu d'acide citrique.

Il arrive souvent que le virage s'effectue mal pour les épreuves sur papier au collodio-chlorure d'argent. Ce virage défectueux est dû à l'état corné du collodion; la couche ne se laisse plus pénétrer par l'eau. Pour éviter cet insuccès, il suffit de plonger les épreuves dans un mélange formé par parties égales d'alcool méthylique et d'eau; une durée d'immersion de dix minutes est suffisante; on lave, et l'on peut alors faire agir le bain de virage[1].

1664. Bains de virage. — Les bains de virage au chlorure d'or sont surtout employés avec les papiers à image apparente; cette opération a pour but de remplacer par une couche d'or l'argent réduit qui constitue l'image.

Le chlorure d'or du commerce est d'un titre assez variable pour rendre incertaine l'opération du virage. M. Reeb[2] a indiqué un procédé pratique de titrage des chlorures d'or. On prépare, au moment de l'emploi, une solution d'hyposulfite de soude telle que 1 litre d'eau distillée contienne 1 gramme de cette substance : ce liquide ne se conserve pas; d'autre part, on fait dissoudre 1 gramme de chlorure d'or dans l'eau distillée de façon à obtenir 100 c. c. de solution; enfin, on prépare une dissolution aqueuse saturée d'iodure de potassium. Le titrage s'effectue en mesurant très exactement 1 c. c. de la solution de chlorure d'or au centième et l'additionnant de 2 à 3 gouttes de solution d'iodure de potassium; on agite pour mélanger le tout et obtenir une dissolution brune bien limpide. A l'aide d'une burette graduée, on verse peu à peu la solution titrée d'hyposulfite en agitant sans cesse jusqu'à parfaite décoloration. Le nombre de centimètres cubes employés multiplié par quatre donne le titre de chlorure au centième. Pour obtenir une précision plus grande, on peut opérer sur 4 c. c. de chlorure d'or au centième. Les chlorures d'or les plus purs du commerce contiennent 51 %. Comme certains chlorures d'or renferment des composés chlorés qui décomposent l'iodure de potassium, il faut évaporer au bain-

1. *British Journal of Photography*, 24 septembre 1897. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, pp. 434, 538.

marie, en présence d'un cristal de chlorure de sodium, la dissolution à essayer; on dissout dans quelques centimètres cubes d'eau distillée et l'on titre comme si le chlorure d'or était pur. Au lieu de chlorure d'or, il vaut mieux utiliser le chlorure double d'or et de sodium, sel bien cristallisé qui contient 49,56 % d'or et 14,70 % de chlorure de sodium [1].

M. Mercier[2] a préparé un chromate d'or dont la solution se conserve pendant un temps fort long et donne des photogrammes présentant une grande variété de teinte, depuis le pourpre jusqu'au bleu.

Le virage à l'aide des sels d'or et des sels de platine permet d'obtenir de beaux tons noirs. Il convient d'opérer suivant les indications du Dr Eder. On lave le papier, puis on le plonge dans une dissolution de sel marin à 1 %; on lave de nouveau pendant cinq minutes et on vire dans un bain contenant 1,000 c. c. d'eau, 10 grammes de borax, 10 grammes d'acétate de soude cristallisé et 40 c. c. d'une solution de 1 gramme de chlorure d'or pour 100 c. c. d'eau; quand les épreuves ont pris dans ce bain un ton rouge, on les lave et on les traite par un bain de platine contenant 1gr7 de chlorure de platine et de potassium, 1,000 c. c. d'eau et 25 grammes d'acide phosphorique de densité 1,20; on les laisse dans ce bain jusqu'à ce qu'elles présentent un beau ton noir. Le bain de fixage contient 120 grammes d'hyposulfite de sodium et 1 litre d'eau. Avec un bain de fixage de titre élevé, la teinte noire passe au brun[3].

On peut opérer d'une façon inverse, comme l'a indiqué M. Kastner[4]. On fait virer d'abord dans un bain contenant 2 grammes de chlorure de potassium, 30 c. c. d'une solution de chloroplatinite de potassium à 1 % et 1 litre d'eau : les épreuves prennent un ton violet bleu; on les met alors dans un second bain composé de 20 grammes de sulfocyanure de potassium, 20 grammes d'acide citrique, 2 grammes de chlorure d'or et un litre d'eau; lorsque l'on a obtenu la teinte désirée, on lave et on fixe.

Un bain de virage mixte se prépare en dissolvant 1gr05 de chloroplatinite de potassium, 5 grammes d'acide citrique dans un litre d'eau; d'autre part, on fait dissoudre 1 gramme de chlorure d'or et 20 grammes de phosphate de soude dans 1 litre d'eau; on mélange ces deux liquides par parties égales et l'on plonge l'épreuve bien lavée dans ce bain, qui doit agir jusqu'à ce que la teinte noire soit obtenue.

Le virage à l'or et au platine peut être fait en commençant l'opération à l'aide d'un bain contenant 1 gramme de chlorure d'or, 10 grammes d'acétotungstate de soude et 500 c. c. d'eau; l'épreuve, bien lavée, est plongée dans ce bain jusqu'à changement de coloration; après lavage, on l'immerge dans un bain contenant 1 gramme de chloroplatinite de potassium, 5 grammes d'acide acétique et 500 c. c. d'eau; après avoir lavé pour faire disparaître toute réaction acide, on fixe dans l'hyposulfite de soude à 10 %.

Une simple dissolution de chloroplatinate de potassium dans un litre d'eau additionné de 100 c. c. d'une solution de phénylène diamine constitue un excellent bain de virage : on obtient rapidement un ton noir intense; on lave et on fixe dans une solution d'hyposulfite de soude à 10 pour cent[5].

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1897, p. 276. — 2. *Ibid.*, 1900, p. 257. — 3. *Phot. Correspondenz*, nov. 1896. — 4. *British Journal of Photography* 20 août 1897. — 5. *Der Amateur photographer* 1901, n° 1.

Toutes les épreuves aux sels d'argent peuvent être virées à l'aide d'un bain contenant 40 grammes de citrate de potassium, 15 grammes d'acide citrique, et 40 c. c. d'une solution de chloroplatinate de potasse à 1 %. Les épreuves sont d'abord lavées à plusieurs eaux avant de les immerger dans ce bain de virage, qui doit être préparé quelques heures avant l'emploi et exposé à la lumière de façon à réduire le sel platinique[1].

L'emploi du chlorure de palladium permet d'obtenir des images de teinte sépia, souvent fort agréable. On fait une solution de 2 grammes d'acide citrique dans 1 litre d'eau, et on additionne ce liquide de 8 c. c. de solution de chlorure de palladium à 5 % : les images baissent de ton par l'action de ce bain; après virage, on immerge les épreuves dans un bain de carbonate de soude à 2 % pour neutraliser l'acidité du bain de virage. La teinte obtenue varie d'ailleurs, soit avec la durée du virage, soit avec la nature des produits employés. Le bain de virage doit être acide et les épreuves aussi exemptes que possible de nitrate d'argent libre. On les lave pendant cinq minutes à l'eau fréquemment renouvelée, puis on les place dans une dissolution de chlorure de sodium; on les immerge ensuite dans le bain de virage préparé avec 1 litre d'eau, 5 grammes d'acide citrique, 5 grammes de chlorure de sodium et 0gr05 de chlorure double de palladium et de potassium. Pour obtenir une teinte d'un brun chaud, on remplace le chlorure de sodium par 5 grammes de molybdate d'ammonium; après le virage, il est indispensable de laver soigneusement pour éliminer toute trace d'acidité.

1665. Fixage et lavages. — L'expérience a montré qu'après le fixage les épreuves doivent être lavées rapidement. En particulier, les papiers à la gélatine sont suceptibles de s'altérer par l'action de certains micro-organismes qui détruisent la couche; il y a donc lieu, dans certains cas, de stériliser l'eau destinée aux lavages.

Le meilleur bain fixateur pour épreuves aux sels d'argent est formé d'une solution aqueuse d'hyposulfite de soude à 20 %. La durée de l'immersion doit être prolongée pendant un quart d'heure; aussitôt que le bain a servi, il doit être rejeté, et, dans aucun cas, ne doit servir à fixer un grand nombre d'épreuves[2].

MM. Lumière ont récemment montré que l'élimination de l'hyposulfite de soude par simple lavage s'effectue très rapidement si l'on a le soin de comprimer les épreuves de façon à les essorer à peu près complètement après chaque changement d'eau; dans ces conditions, si l'on utilise les composés destructeurs d'hyposulfite de soude, le lavage peut être complet en fort peu de temps. (Voyez ce volume, page 240.)

1666. Réduction d'intensité. — Les épreuves sur papier au collodion qui ont été trop intenses peuvent être améliorées en les plongeant dans un bain contenant 1 litre d'eau, 20 c. c. d'ammoniaque et 30 c. c. d'une solution de bichromate de potasse à 5 %. L'opération doit être faite avant le virage : la réduction s'opère lentement et peut être facilement surveillée; on lave complètement avant le virage[3].

1. *Phot. Mittheilungen*, 1901, n° 5. — 2. *Wilson's Photographic Magazine*, 1900 p. 2. — 3. *Photographische Centralblatt*, n° 23.

M. Prunier[1] a recommandé dans le même but l'emploi de l'eau céleste, préparée avec 1 litre d'eau, 10 grammes de sulfate de cuivre, 10 grammes de sel marin et 60 c. c. d'ammoniaque concentrée. Les quantités de solution à employer varient avec la nature des papiers. Pour les épreuves au gélatino-bromure obtenues par développement, on double ces proportions. On arrête l'action du réactif par un lavage prolongé.

Une dissolution de persulfate d'ammoniaque à la dose de 5 grammes par litre d'eau et 10 c. c. d'ammoniaque permet de réduire l'intensite des images sur papier, soit avant, soit après le virage et le fixage. Si l'on opère après avoir fixé, on fait passer les épreuves dans un bain contenant 100 grammes de sulfite de soude par litre d'eau : les images ainsi traitées sont quelquefois dures; on évite cet insuccès en ajoutant au bain de persulfate d'ammoniaque 2 % de nitrate d'argent[2].

Presque toutes les solutions employées pour réduire l'intensité des négatifs et en particulier celle de sulfate de cérium peuvent être utilisées pour réduire l'intensité des photogrammes aux sels d'argent. Il est important que ces dissolutions soient fortement étendues; l'action de ces bains est facile à surveiller : on arrête l'effet de l'affaiblisseur par immersion dans un bain de sulfite de sodium.

1667. Conservation des papiers. — M. Ed. Liesegang[3] a démontré que le nitrate d'argent libre qui se trouve dans les papiers préparés joue le rôle d'un sensibilisateur chimique destiné à absorber le chlore qui, lors de l'exposition à la lumière, se dégage du chlorure d'argent. Les parties fortement impressionnées de l'image renferment moins de nitrate d'argent que les parties non impressionnées. Le papier sensible que l'on conserve pendant longtemps se colore en brun : cette coloration est due à une réaction qui se produit entre le nitrate d'argent libre contenu dans le papier et la matière organique du papier. Des photogrammes non virés, conservés pendant longtemps, montrent que les endroits correspondant aux parties claires de l'image sont fortement colorées au dos du papier et forment un véritable négatif, parce que dans les parties ayant subi le maximum d'action de la lumière le nitrate d'argent libre n'existe plus, et que, par suite, la coloration au dos de l'épreuve ne peut se produire.

1668. Encaustique, émaillage. — On obtient une mixture pouvant servir d'encaustique pour papier mat en faisant dissoudre au bain-marie 40 grammes de cire blanche, 20 grammes de résine élémi et 50 c. c. d'alcool; quand la dissolution est complète, on retire le vase du feu, on ajoute 30 c. c. de benzine et 2 c. c. d'huile de lavande; on remue jusqu'à complet refroidissement. La pâte ainsi obtenue s'emploie pour tous les papiers mats : elle donne un glacé peu sensible, mais suffisant pour faire ressortir les détails[4].

On obtient facilement des épreuves émaillées sur papier au nitrate d'argent en appliquant l'épreuve contre une feuille de verre bien nettoyée, et,

1. *Photo-Gazette*, 25 novembre 1897, p. 16. — 2. *Photography*, 20 septembre 1900. — 3. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1899, p. 112. — 4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 204.

lorsqu'elle est sèche, frottée avec un tampon imbibé d'huile d'olive; on enlève l'huile au moyen d'un linge imprégné de talc et l'on polit avec un vieux foulard de soie. L'épreuve est appliquée contre le verre en évitant la production de bulles d'air; on laisse sécher, on incise les bords du papier et on sépare d'avec le verre[1].

Il est quelquefois difficile de séparer les photogrammes d'avec le support qui sert à les émailler. On y parvient en enduisant le dos du papier avec une solution de formol à 5 %; la couche étant imbibée bien uniformément, on laisse sécher, et quand la dessiccation est complète, l'épreuve se sépare de son support sans la moindre difficulté. On peut aussi, avant d'appliquer sur le support, passer les épreuves dans un bain de formol, laisser sécher, puis mouiller et appliquer sur le support; on les détache quand la dessiccation est complète[2].

On peut conserver les photographies à l'abri des taches en utilisant le produit connu des aquarellistes sous le nom de fixatif Vibert. On étend deux couches de ce produit sur la photographie. On peut aussi employer le fixatif utilisé pour la conservation des gravures, produit qui se compose d'une dissolution de gomme laque blanche dans l'eau bouillante contenant du borax[3].

§ 2. — Photogrammes a image latente.

1669. Développement des papiers par noircissement. — Les papiers au gélatino-chlorure, citrate, etc., peuvent fournir des images par développement. On insole sous le négatif jusqu'à faible apparition de l'image; le papier retiré du chassis-presse est posé à plat sur une plaque de verre; dans un récipient on verse 20 c. c. d'eau, 10 gouttes de vinaigre blanc et 5 gouttes d'une solution alcoolique d'acide pyrogallique à 5 %. Le développement se fait à l'aide d'un pinceau et dure pendant environ trois minutes; on lave et on fixe à l'hyposulfite de soude avec bisulfite. Si l'on veut virer avant le fixage, le lavage doit être fait avec le plus grand soin[4]. Au lieu d'acide pyrogallique, on peut employer une solution d'acide gallique dans l'eau additionnée de 6 % de solution saturée d'acétate de soude[5]. En ajoutant au bain d'acide gallique soit de la gomme arabique, soit de la colle de poisson, on retarde la décomposition du bain de développement. L'acide gallique a une tendance à donner des tons verts avec le papier aristotype si le développement se produit lentement; il donne des tons bruns si l'opération s'effectue rapidement par suite d'une insolation suffisamment prolongée au châssis-presse. L'acide pyrogallique peut d'ailleurs être employé en solution aqueuse sans addition d'aucune autre substance étrangère. Le paramidophénol (base libre), le métol, l'hydroquinone agissent de la même manière, et toute addition d'alcali ou de sulfite de soude à la solution aqueuse de ces substances suffit pour provoquer le noircisse-

1. *Phot. News*, 26 novembre 1897. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 93. — 3. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1898, p. 172. — 4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 37. — 5. *Phot. Correspondenz*, 1898.

ment de toute l'image. L'addition d'une petite quantité d'acide tartrique donne aux épreuves un ton jaune rouge.

Le bain d'hydroquinone et d'acide tartrique permet d'obtenir de très belles teintes si l'insolation a été suffisamment prolongée, c'est-à-dire jusqu'à ce que quelques détails aient apparu dans les blancs de l'image; une durée d'insolation moins grande ne fait qu'exagérer les contrastes, ce qui peut être précieux dans le cas d'un négatif manquant de brillant[1]. Au sortir du châssis-presse, on immerge le papier dans un bain de 2 grammes d'hydroquinone, 4 grammes d'acide citrique et 50 grammes d'acétate de soude; le bain doit être très abondant pour couvrir complètement et rapidement toute l'épreuve.

L'addition d'une petite quantité de bichromate de potassium au bain pyrogallique permet de développer très rapidement. On fait une dissolution contenant 4 grammes d'acide pyrogallique par litre et on l'additionne de 5 c. c. d'une solution de 2 grammes de bichromate de potasse par litre d'eau : l'épreuve devient rougeâtre et tourne au brun à mesure que l'on ajoute du bichromate; elle passe au vert si la proportion de bichromate est encore augmentée.

1670. Préparation du papier. — On peut obtenir très facilement un papier au bromure d'argent en faisant flotter pendant quelques minutes le papier albuminé sensibilisé sur un bain contenant 15 grammes de bromure de potassium et 4 grammes de chlorure de potassium par litre d'eau; l'opération doit être faite dans l'obscurité. Quant le papier est sec, on l'expose à la lumière sous un négatif ou dans l'appareil d'agrandissement et on le développe au fer[2].

M. J. Schwarz prépare de l'émulsion destinée à être étendue sur papier en faisant dissoudre 100 grammes de gélatine, 8gr05 de bromure de potassium, 5 grammes de sel de cuisine et 10 c. c. d'ammoniaque dans un litre d'eau; à ce liquide il ajoute, dans le laboratoire obscur, 25 grammes de nitrate d'argent et chauffe au bain-marie à la température de 45° C. pendant environ 10 minutes; après digestion, il agite de nouveau l'émulsion et la fait prendre à une température inférieure à 10° centigrades, ce qui permet d'éviter la production d'images voilées; on lave la gelée d'émulsion après l'avoir divisée, on fait digérer à 40 ou 50° pendant deux heures, puis on ajoute 10 gouttes d'une solution de bromure de potassium à 10 °/₀ et 10 c. c. d'une solution d'alun de chrome à 10 °/₀; on filtre et on étend sur le papier.

Un procédé permettant d'obtenir des couches mates a été breveté par la Société Lumière. On utilise la matière connue sous le nom de *Kieselguhr*, constituée par de la silice à peu près pure. Cette substance est d'abord pulvérisée comme s'il s'agissait de l'employer pour la fabrication de la dynamite; après l'avoir débarrassée de ses impuretés par traitements chimiques et lévigation, on la mélange à l'émulsion et on l'étend sur papier.

L'étendage se fait en général sur papier *couché*, c'est-à-dire sur papier recouvert d'un mélange de gélatine et de sulfate de baryte. Ce papier couché est souvent préparé dans l'usine même qui produit l'émulsion sensible et

1. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1901, p. 19. — 2. *Revue suisse de photographie*, 1898, p. 104.

l'opération porte le nom très impropre de *barytage* du papier. Dans les usines de la Société industrielle de photographie, à Rueil, l'opération s'effectue en utilisant des bandes de papier ayant plusieurs centaines de mètres de longueur; le papier baryté est ensuite recouvert d'émulsion, exposé automatiquement à la lumière électrique sous un négatif constitué par l'assemblage des sujets à reproduire; le développement, fixage, lavage et séchage des négatifs s'effectue automatiquement.

Au lieu de papier, on peut utiliser la toile à peindre. M. Bry[1] a eu l'idée de mélanger du bromure d'argent aux différentes substances qui composent les enduits étendus sur les toiles pour tableaux ou pastels. Il évite ainsi le décollement qui se produit presque toujours quand on applique sur toile à peindre les émulsions employées en photographie. Quand l'impression latente est faite, on développe dans les révélateurs employés pour le papier au bromure et l'on fixe dans l'un des bains acides à l'hyposulfite. Après un lavage d'une heure, on place la toile sur son châssis où elle est clouée sans trop la tendre; le séchage rend la toile plane. On peut peindre soit avec des couleurs à l'huile ordinaire, soit avec des couleurs spéciales.

L'emploi du papier au bromure d'argent permet d'obtenir par développement une épreuve trois minutes après l'exposition de la plaque sensible. On commence par détremper dans l'eau distillée une feuille de papier sensible préparée au gélatino-bromure d'argent, on place à côté de la cuvette où se fera le développement un cahier de papier buvard blanc, on prépare un révélateur agissant rapidement de façon que l'opération soit terminée en trente ou quarante secondes, on lave le négatif en l'agitant dans l'eau, on place sur la surface de la gélatine le papier au bromure bien mouillé, on presse dans le cahier de buvard pour enlever l'excès d'eau et l'on expose à la lumière d'un bec de gaz ou d'une lampe à pétrole; on développe, on lave légèrement et on fixe dans un bain d'hyposulfite de soude acidifié par le bisulfite de soude. Toutes ces opérations peuvent être exécutées en moins de trois minutes. Le fixage du négatif est l'opération la plus longue. Comme l'a fait observer M. Gravier[2], en la supprimant, on abrège la durée des opérations, et l'on peut obtenir rapidement l'image positive.

1671. Bains révélateurs. — On peut remplacer le bain à l'oxalate de fer par le citrate de fer ou par un mélange de citrate et d'oxalate de fer. Ce bain se conserve fort bien à la lumière et il est toujours prêt à être employé; par l'usage, il se charge de bromure de fer qui tend à donner des images dures, ce qu'on évite en prolongeant un peu le temps de pose. Si l'image a une tendance à se colorer en jaune, on lave dans l'eau chargée de 30 grammes d'acide citrique par litre.

On peut préparer un bain de fer concentré par le procédé suivant. On fait dissoudre 500 grammes d'oxalate de potassium dans 1,500 c. c. d'eau; d'autre part, on ajoute 2 c. c. d'acide sulfurique à 600 c. c. d'eau distillée, et dans ce mélange on fait dissoudre 200 grammes de sulfate de fer; on fait dissoudre 20 grammes de tartrate double de sodium et de potassium dans 100 c. c. d'eau; on mélange 50 c. c. de la solution de sulfate de fer,

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 189. — 2. *Ibid.*, 1898 p. 377.

15 c. c. de la solution de tartrate; on fait bouillir et on verse le liquide obtenu dans 175 c. c. de solution d'oxalate de potasse. Pour le développement, ce bain doit être dilué de 10 à 20 parties d'eau, conformément aux indications du Dr Haubereiner[1].

En ajoutant au bain de fer environ le quart de son volume d'une solution de chlorure de potassium à 12 %, on obtient des tons sépia.

On peut conserver les dissolutions de sulfate de fer en ajoutant à 500 c. c. de solution de fer 2 c. c. de formol commercial et quelques gouttes d'essence de menthe[2].

Le papier au bromure, lorsqu'il est bien préparé, peut donner des noirs très vigoureux si l'on utilise un révélateur au métol sans alcali[3]. Le mélange de glycine et de métol permet aussi d'obtenir de beaux noirs. M. Bartlett utilise deux solutions : la première contient 1,000 c. c. d'eau, 80 grammes de sulfite de soude, 0gr50 de métol, et 0gr08 de glycine et 80 grammes de carbonate de potasse; la seconde renferme un litre d'eau, 80 grammes de sulfite de soude, 1 gramme de métol et 5 grammes de glycine. On emploie d'abord la première solution, puis, pour obtenir plus de densité, on utilise peu à peu la seconde; on évite les ampoules de la couche en faisant le premier lavage avec de l'eau contenant du sel commun.

Le mélange de métol et d'hydroquinone permet de préparer un révélateur concentré. Dans un litre d'eau on dissout 120 grammes de sulfite de soude anhydre, 6 grammes de métol, 24 grammes d'hydroquinone, 180 grammes de carbonate de sodium et 4 c. c. de solution de bromure de potassium à 10 %. Ce révélateur est conservé en flacons bien bouchés; on le dilue pour l'usage en l'étendant de 3 à 20 parties d'eau.

Le développement peut être fait au pinceau. Le moyen le plus commode consiste à employer une petite planchette de bois garnie d'une bandelette de flanelle repliée sur elle-même et fixée au moyen de petits clous. Pour les épreuves de grandes dimensions, on peut donner à cet appareil la forme d'une raclette. La feuille de papier est étendue sur un verre propre que l'on place dans une cuvette ou dans une rigole permettant de recueillir le liquide employé en excès; la plaque de verre est inclinée à 45° et la rigole sert de réservoir à révélateur; on trempe la raclette dans le réservoir et on répand le liquide en une fois sur toute la surface de la feuille.

1672. Renforcement. — On peut renforcer les photogrammes aux sels d'argent en utilisant les procédés mis en œuvre pour renforcer les négatifs. Après fixage et lavages absoluments complets (toute trace d'hyposulfite provoquerait la formation de taches), on passe l'épreuve dans un bain de bichlorure de mercure qui la blanchit, puis, après un lavage, on l'immerge dans un bain d'ammoniaque qui lui communique une teinte agréable et une grande intensité; mais les images ainsi renforcées ne se conservent pas[4]. En remplaçant le bain d'ammoniaque par un bain révélateur contenant du sulfite de sodium la durée de conservation d'image est augmentée.

Le renforcement peut être effectué par l'action du bain de virage.

1. *British Journal of Photography*, n° 2065. — 2. *Phot. Correspondenz*, n° 474. — 3. *British Journal of Photography*, 5 février 1897. — 4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 389.

M. Namias[1] fait blanchier l'épreuve dans un bain contenant 20 grammes de chlorure mercurique, 50 grammes de chlorure d'ammonium, 10 c. c. d'acide chlorhydrique pur et une quantité d'eau suffisante pour faire un litre; on lave après blanchiment de l'image qui cependant reste visible et on vire à l'aide d'un bain d'or contenant 1 gramme de chlorure d'or, 20 grammes de sulfocyanate d'ammonium et une quantité d'eau suffisante pour faire un litre. Ce bain ne se conserve pas; l'image réapparaît rapidement et présente plus de contrastes que n'en offrait l'image primitive. On affaiblit beaucoup l'image si, après lavages, on l'immerge dans un bain d'hyposulfite de sodium.

Les épreuves au gélatino-bromure d'argent peuvent être affaiblies en les immergeant dans une dissolution de 10 grammes de persulfate d'ammonium pour un litre d'eau[2]; on les fait passer ensuite dans une dissolution de cyanure de potassium et d'iode préparée en mélangeant goutte à goutte une solution saturée de cyanure de potassium à une solution saturée d'iode dans l'alcool jusqu'à ce que toute coloration disparaisse; on opère sur 2 à 3 c. c. de liquide, on ajoute une quantité d'eau suffisante pour bien recouvrir toute l'épreuve, on lave à grande eau quand l'épreuve est suffisamment affaiblie. On peut aussi utiliser une dissolution très diluée d'iode dans l'iodure de potassium.

L'emploi de la thiocarbamide[3] constitue un bon affaiblisseur. On mélange 85 c. c. de solution d'alun de potasse à 10 % avec 3 ou 4 grammes de thiocarbamide, on ajoute 30 gouttes d'acide acétique; l'épreuve est immergée dans ce bain et on lave complètement aussitôt que la réduction est opérée.

Le cyanure, l'iodure de potassium peuvent être utilisés pour atteindre le même but. On fait une dissolution à 5 % de cyanure de potassium pur, on ajoute 50 c. c. de ce liquide à un litre d'eau et on immerge les épreuves dans ce bain; on lave rapidement sous le jet d'une pomme d'arrosoir pour arrêter l'action du cyanure qui se continue pendant un certain temps. Si l'image présente quelques parties trop foncées, on peut procéder à un affaiblissement local en plaçant l'épreuve mouillée sur une plaque de verre et en se servant d'un pinceau à lavis pour appliquer la solution de cyanure.

1673. Virage. — On peut obtenir les tons les plus variés par l'emploi du papier au gélatino-bromure; mais, comme l'a fait observer M. Gœdicke, le virage des épreuves par l'emploi des sels de fer, d'urane, de cuivre, fournit des images ne présentant aucun caractère de stabilité.

En employant le papier au gélatino-bromure, le virage ne s'effectue bien que par la méthode indirecte, si l'on emploie les sels d'or ou de platine. M. Hélain[4] utilise le bromure cuivrique pour faire blanchir l'image : il se forme du bromure d'argent et du bromure cuivreux peu colorés; si l'on plonge l'image ainsi modifiée dans une dissolution d'un sel aureux, elle réapparaît parce que l'or est réduit à l'état métallique par le bromure cuivreux qui passe à l'état de composés cuivriques solubles; si l'on élimine par l'hyposulfite de sodium le bromure argentique et ce qui peut rester de

1. *Photography*, 1901, p. 104. — 2. *Photo-Gazette*, nov. 1900, p. 20., — 3. *Anthony's Photographic Bulletin*, 1899, n° 11 — 4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 135.

bromure cuivreux, on obtient finalement une image entièrement composée d'or. On fait dissoudre 25 grammes de bromure de potassium et 28 grammes de sulfate de cuivre dans un litre d'eau : c'est le bain qui sert au blanchiment de l'épreuve. On peut utiliser un bain de virage quelconque pourvu qu'il soit à un degré de concentration un peu supérieur à celui qui est généralement adopté. Un virage qui réussit fort bien est formé d'une solution préparée douze heures à l'avance et contenant par litre 2 grammes de chlorure d'or brun et 1gr50 de soude caustique; au moment de s'en servir, on ajoute de l'acide acétique étendu jusqu'à ce que le bain présente une réaction nettement acide au tournesol.

L'image blanchie est rapidement lavée dans une cuvette d'eau, de façon à ne pas dissoudre le bromure cuivreux qui provoque la réduction du sel d'or. La durée du virage est variable avec la nature du papier. Si l'image est trop intense avant le virage, on peut diminuer son intensité en faisant avant le passage au bain d'or une immersion dans une solution alcaline diluée de 1 à 2 grammes de soude caustique par litre. Après ce traitement, il ne se précipite plus autant d'or; on fixe dans une dissolution d'hyposulfite à 15 ou 20 %.

En substituant au bain d'or une solution de chloroplatinite de potassium à 4 ou 5 ‰, on obtient des images d'un ton jaunâtre peu agréable. Si l'on veut virer à l'aide de sels de platine, on fait blanchir l'image par l'emploi de la solution de bichlorure de mercure et on la fait réapparaître dans un bain de métol hydroquinone. L'image est d'un ton vert; on lave et on vire dans un bain contenant 1 gramme de chloroplatinite de potassium, 10 grammes d'acide oxalique et une quantité d'eau suffisante pour faire 1 litre. Si l'image est trop intense après ce traitement, on peut, comme l'a constaté M. Clerc[1], l'affaiblir par une immersion de plusieurs heures dans un bain de persulfate d'ammoniaque : l'image prend un ton bistre très agréable; elle est constituée presque exclusivement par du platine.

Le virage par l'emploi des sels de cuivre permet d'obtenir des tons bruns-rouge de teinte assez variée. On utilise trois solutions faites chacune avec 100 grammes par litre de citrate de potassium, sulfate de cuivre et ferricyanure de potassium. On prépare deux bains avec ces trois solutions qui se conservent séparément : A) eau, 1,000 c. c.; solution de citrate neutre de potasse, 100 c. c.; solution de sulfate de cuivre, 10 c. c.; B) eau, 1,000 c. c.; solution de citrate neutre de potassium, 100 c. c.; solution de ferricyanure de potassium, 10 c. c. Pour le virage, on utilise 70 c. c. de A) et 60 c. c. de B). L'image s'affaiblit assez notablement si l'on emploie ce bain pour le virage des diapositives; cette perte d'intensité est à peu près insensible pour les images sur papier.

On peut obtenir des images de teinte bleue[2] en plongeant l'épreuve fixée et lavée dans un bain contenant 1 gramme d'oxalate ferrique, 1 gramme de prussiate rouge et 1 litre d'eau. Ces teintes bleues se produisent aussi en utilisant deux solutions : A) eau, 100 c. c.; ferricyanure de potassium, 1 gr.; acide acétique cristallisable, 10 grammes; B) eau, 100 c. c.; acide acétique, 10 c. c.; citrate de fer ammoniacal, 1 gramme. On conserve cette dissolution dans l'obscurité. La teinte bleue s'obtient en préparant le bain de

1 *La Photographie*, 1901, p. 56. — 2. *Photographisches Chronik*, 1897.

virage avec 50 c. c. de solution A) et 75 c. c. de solution B). Ce mélange doit être préparé et conservé à l'abri de la lumière du jour. Le photogramme est abandonné au repos dans ce bain. Le bleu-verdâtre obtenu au début ne tarde pas à faire place à une belle teinte bleue, que l'on modifie en la plongeant pendant quelques secondes dans une solution très diluée d'ammoniaque. Si l'image est destinée à être vue par transparence, on fixe à l'hyposulfite, qui dissout le ferricyanure d'argent[1].

1674. Voile, ampoules. — Le voile qui ternit les épreuves sur papier au gélatino-bromure d'argent se produit quand on prolonge outre mesure le développement, quand il y a excès de pose ou que le papier est trop vieux, enfin quand le révélateur est trop concentré ou trop chaud : on fait disparaître ce voile en utilisant le réducteur à l'hyposulfite et au ferricyanure suffisamment dilué[2].

Il se produit quelquefois des ampoules sur le papier au bromure d'argent. Elles proviennent soit d'un lavage insuffisant entre le développement et le fixage, soit d'une différence de température entre les bains et les eaux de lavage. On atténue ce défaut en appliquant l'épreuve sur un verre dépoli et l'enlevant après séchage. Il convient de frotter au préalable la surface dépolie avec un chiffon imbibé d'huile d'olives; on enlève avec un chiffon sec cette huile et on applique sous l'eau l'épreuve contre le verre ainsi préparé en évitant la formation de bulles d'air. La surface mate qui résulte de ce traitement dissimule complètement les ampoules crevées.

1675. Impressions successives. — Lorsque l'on opère par impressions successives, il y a lieu de tenir compte du fait que le passage du papier dans les divers liquides a notablement diminué la sensibilité de la préparation au bromure d'argent.

Si l'on veut imprimer des nuages sur une photographie de paysage, le ciel étant réservé, on développe, on laisse sécher dans l'obscurité après lavage, puis on imprime les nuages et on fait le second développement sur la partie de l'image qui doit porter ces nuages; on peut aussi interposer une mince pellicule de celluloïd entre le papier mouillé et le négatif. S'il s'agit d'un agrandissement, on fait poser la partie relative au terrain, on développe, on lave, on remet le papier en place et on remplace le négatif agrandi par celui qui porte le ciel factice. On peut se dispenser de masquer l'image du terrain pendant l'impression du ciel si l'épreuve est complètement lavée après le premier développement; on fait apparaître les nuages en se servant d'une touffe de ouate imbibée du révélateur et promenée seulement sur les points utiles. Pour opérer facilement, on place l'épreuve mouillée dans le fond d'une cuvette que l'on incline légèrement pour éviter l'action du révélateur dans les parties déjà développées[3].

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1899, p. 374. — 2. *Revue suisse de photographie*, 1900, p. 277. — 3. *La Photographie*, 1899, p. 1897.

§ 3. — Photogrammes sur verre.

1676. Emploi du collodion. — L'emploi des plaques préparées au collodion permet d'atteindre des résultats que l'on n'obtiendrait que difficilement en utilisant les plaques au gélatino-bromure d'argent. En variant le développement, la durée du temps de pose, et, par un renforcement judicieux à l'aide des sels d'argent ou de mercure, on obtient des images extrêmement brillantes et de teintes variées. La finesse des images au collodion n'est dépassée que par celles des plaques à l'albumine. Les émulsions au collodio-bromure donnent aussi des images à grain très fin et la préparation de ces émulsions est relativement facile ; seule, la durée du temps de pose, quand on opère par reproduction à la chambre noire, constitue un inconvénient assez sérieux.

1676. Plaques à la gélatine. — La maison Lumière a récemment mis en vente des plaques à la gélatine dont le grain est très fin. La préparation d'une telle émulsion doit être faite à basse température et l'on doit la faire prendre en gelée quelques minutes après que l'émulsification a été faite. Ces plaques sont peu sensibles ; elles donnent des images dures, inconvévient que l'on peut corriger en prolongeant la durée du temps de pose et conduisant convenablement l'opération du développement.

M. Bogorodsky[1] prépare des plaques à grain très fin en utilisant le procédé suivant : 50 grammes de gélatine Coignet sont placés dans 60 c. c. d'eau ; on fait gonfler et on fait dissoudre à température aussi basse que possible ; on filtre et on recouvre de ce liquide des plaques mises de niveau. Pour le format 13 × 18, il faut environ 0gr80 de gélatine ; on fait sécher et on conserve à l'abri de l'humidité. On fait tremper ces plaques dans une dissolution de 2 grammes de chlorure d'ammonium dans 100 c. c. d'eau ; l'immersion dure trois à quatre minutes ; on lave plusieurs fois rapidement et on sèche de nouveau. La sensibilisation s'effectue dans un bain de nitrate d'argent ; on lave trois à quatre fois et on fait sécher dans l'obscurité.

L'emploi d'une émulsion au chloro-bromure permet d'obtenir une grande variété de teintes[2]. On fait gonfler 10 grammes de gélatine dans une quantité d'eau suffisante, on laisse égoutter, et on mélange avec 3 grammes de chlorure d'ammonium et 3 grammes de bromure d'ammonium dissous dans 20 c. c. d'eau. D'autre part, on fait dissoudre 9 grammes de nitrate d'argent cristallisé dans 40 c. c. d'eau distillée ; les deux solutions sont chauffées au bain-marie et on les mélange en une fois ; on ajoute alors 4 grammes de gélatine préalablement gonflée dans l'eau distillée, on laisse faire prise, on recouvre l'émulsion d'un peu d'alcool et on laisse reposer huit à dix jours. On lave comme d'habitude, on fait égoutter les fragments de gelée, on les recouvre de 30 c. c. d'alcool et on laisse reposer pendant vingt-quatre heures. L'alcool ayant été égoutté et les fragments rincés à

1. *Amateur photographe de Saint-Pétersbourg*, 1898, n° 1. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 28.

une eau seulement, on fait fondre l'émulsion et on l'étend sur les plaques à la façon ordinaire.

Les plaques au gélatino-bromure qui ont été voilées peuvent être utilisées pour l'obtention des diapositives. On prépare une solution contenant 6 grammes de bromure de potassium, 50 grammes de chlorure de cuivre et 1 litre d'eau. La plaque au gélatino-bromure, voilée ou non, est exposée pendant une ou deux minutes à 20 centimètres d'une flamme de gaz ou de pétrole, ou bien à la lumière diffuse pendant quelques secondes. On immerge alors la plaque dans la solution de chlorure de cuivre, on opère dans le cabinet noir et on prolonge cette opération pendant dix minutes; on lave à l'eau renouvelée une douzaine de fois et on fait sécher dans l'obscurité. Les lavages doivent être très soignés afin d'éviter les taches; on développe soit par l'emploi d'un bain à l'hydroquinone ou d'un mélange d'hydroquinone et d'iconogène [1].

Si la plaque à utiliser a subi l'action du révélateur, on doit développer à la lumière du jour jusqu'à ce que la plaque soit entièrement noircie. On la lave et on la plonge dans un bain de 100 c. c. d'eau, 1 gramme de bichromate de potasse et 1 gramme d'acide chlorhydrique; l'immersion doit être prolongée jusqu'à ce que la couche soit uniformément blanche; on lave à fond dans l'obscurité pour éliminer tout le sel de chrome, on fait sécher et on expose sous un négatif [2].

1678. Révélateurs, renforçateurs. — L'emploi d'un révélateur très dilué permet d'obtenir des images très fines [3]. Si l'on veut imprimer des négatifs durs ou de forts contrastes, il convient d'employer des plaques ordinaires au gélatino-bromure d'argent. On obtient une image assez modelée d'un négatif dur en exposant longtemps et faisant usage d'un révélateur dilué. Si l'on veut une diapositive dense d'un négatif faible, on expose peu, et on emploie un révélateur concentré additionné de bromure de potassium; on utilise surtout les révélateurs à l'hydroquinone, à la pyrocatéchine, à la glycine. Il convient de surdévelopper et de réduire l'intensité avec l'affaiblisseur de Farmer [4].

On peut utiliser pour le développement un révélateur au fer très dilué. On prépare trois dissolutions : A) eau distillée, 600 c. c.; oxalate neutre de potasse, 60 grammes; chlorure d'ammonium, 2gr05; B) eau, 600 c. c.; acide citrique, 7gr05; sulfate de fer, 15 grammes; C) eau, 90 c. c.; sucre, 4 grammes; bromure de potassium, 30 grammes. On mélange par parties égales les deux premières solutions, et à 30 c. c. de ce mélange on ajoute 5 gouttes de la solution de bromure de potassium.

Avec le mélange de métol et hydroquinone, on utilise les solutions suivantes : A) eau, 1,000 c. c.; sulfite de soude cristallisé, 130 grammes; métol, 3 grammes; bromure de potassium, 1 gramme; eau, 1,000 c. c.; sulfite de soude cristallisé, 100 grammes; hydroquinone, 15 grammes; bromure de potassium 1 gramme; C) carbonate de potasse, 110 grammes; eau, 1,000 c. c. Pour développer, on prend 1 partie de A), 1 partie de B) et 1/2 partie de C); on additionne le mélange de 4 parties d'eau.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 307. — 2. *Phot. Wochenblatt*, 1899, n° 52. — 3. *Phot. Mittheilungen*, 1900, n° 5. — 4. *Anthony's Photographic Bulletin*, 1900, n° 1.

L'emploi du révélateur à l'acide pyrogallique et à l'acétone permet d'obtenir des tons extrêmement variés, du noir au brun chaud. Avec un temps de pose déterminé, la teinte est d'autant plus voisine du rouge que la quantité d'acétone est plus considérable, tandis que pour une proportion d'acétone déterminée la teinte est d'autant plus noire que la durée du temps de pose a été plus courte.

Par la surexposition exagérée et l'emploi d'une grande quantité de bromure, on obtient des teintes très variées. Comme l'a indiqué M. P. Clerc[1], pour assurer la pureté des blancs de l'image, il convient d'utiliser une solution de bromure de potassium à 10 %. Le révélateur est préparé avec un litre d'eau, 80 grammes de sulfite de sodium cristallisé, 30 grammes de ferrocyanure de potassium, 10 grammes d'hydroquinone et 50 grammes de potasse caustique. La proportion de bromure à employer varie avec la nature de la teinte à obtenir : elle oscille entre 0gr05 et 2 grammes pour 100 c. c. de révélateur, soit environ un cinquième de la solution de bromure à 10 % pour une partie de révélateur.

Le renforcement des diapositives peut être obtenu en les faisant blanchir dans une solution de 20 grammes de chlorure mercurique et 20 grammes de chlorure d'ammonium dans un litre d'eau; après lavage, on les fait noircir dans une dissolution d'ammoniaque ou de sulfite de sodium. Les images de teintes brunes peuvent être renforcées par l'emploi du renforçateur à l'acide pyrogallique et citrique avec nitrate d'argent tel qu'on l'utilise pour les images sur collodion. La diapositive, préalablement séchée, est immergée dans ce bain préparé au moment de l'emploi; quand la densité voulue est obtenue on lave et on fixe par le bain d'hyposulfite.

Pour réduire l'intensité de l'image, on peut utiliser tous les affaiblisseurs employés pour les négatifs et en particulier le persulfate d'ammonium.

Le virage peut être obtenu facilement en utilisant l'un des bains employés pour virer les positives à image latente.

1. *La Photographie*, 1899, p. 5.

CHAPITRE II

PHOTOGRAMMES OBTENUS PAR L'EMPLOI DE DIVERS SELS.

§ 1. — Photogrammes aux sels de platine.

1679. Préparation du papier au platine. — La préparation du chloroplatinite de potassium peut être effectuée très simplement d'après les indications de M. Vèze[1]. On fait dissoudre le platine métallique dans l'eau régale, on évapore à sec à température modérée et on pèse le résidu; on ajoute une quantité d'eau insuffisante pour dissoudre le chlorure de platine, et à ce mélange on ajoute molécule à molécule de l'oxalate de potasse, c'est-à-dire 0gr27 par gramme de chlorure de platine; on maintient ce mélange à l'ébullition jusqu'à ce que tout le sel solide non dissous ait disparu. La liqueur, primitivement jaune, est d'un beau rouge clair. Si l'ébullition a été suffisamment prolongée, le chloroplatinite de potassium cristallise par refroidissement.

La préparation de l'oxalate ferrique destiné à produire les images au platine s'effectue en dissolvant 30 grammes de fil de fer dans environ 150 c. c. d'acide azotique; la solution brunâtre que l'on obtient est précipitée par l'ammoniaque; on lave par décantation le précipité obtenu, et, à l'abri de la lumière, on ajoute au précipité 110 grammes d'acide oxalique. On amène le volume à 600 c. c. par une addition d'eau suffisante et l'on conserve ce liquide dans l'obscurité.

Dans le procédé usuel au platine, la lumière agit sur le sel ferrique qui est dans la couche étendue à la surface du papier. Ce sel ferrique est transformé en sel ferreux qui réduit le sel de platine qui se trouve à la surface du papier. Ces deux actions sont en quelque sorte simultanées; mais on peut opérer différemment : le sel de fer peut être exposé tout seul à l'action de la lumière et le sel de platine peut être ajouté au révélateur ordinaire. Le développement s'opère comme si le sel de platine se trouvait sur le papier qui, bien préparé, se conserve pendant un temps fort long.

Le papier doit être encollé à la résine. On le recouvre d'un empois d'arrow-root; on étend à sa surface une solution préparée, avec 50 c. c. d'eau distillée, 50 c. c. de solution de sel de plomb et de fer et 2 c. c. de solution de bichlorure de mercure à 1 %. On prépare la solution de sel de plomb et de fer en ajoutant 1 gramme d'oxalate de plomb à 100 c. c. d'une solution de 1 gramme d'oxalate ferrique dans 5 c. c. d'eau, ou 1 gramme

1. *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1900.

d'oxalate de soude et de fer dans 2 c. c. d'eau. On peut d'ailleurs préparer facilement l'oxalate de plomb en dissolvant 10 grammes d'acétate de plomb dans 100 c. c. d'eau distillée; après dissolution complète, on ajoute une solution de 4 grammes d'acide oxalique dans l'eau distillée. Le précipité d'oxalate de plomb est lavé à l'eau et séché. Il suffit d'environ 10 c. c. de solution sensibilisatrice pour une feuille du format 40 × 50 centimètres. Le mélange est étendu à l'aide d'un pinceau doux, on fait sécher rapidement à la température ordinaire dans l'obscurité, on expose à la lumière dans un châssis-presse et on suit la venue de l'image que l'on développe à l'aide d'une dissolution de 10 parties de liqueur d'oxalate phosphate et 1 partie de solution de chloroplatinite de potasse dissous à la dose de 16 grammes pour 100 c. c. d'eau. La liqueur d'oxalate-phosphate se prépare avec 100 grammes d'oxalate de potasse, 50 grammes de phosphate de potasse et 1 litre d'eau distillée. Le développement s'effectue avec une certaine lenteur et n'est, le plus souvent, complet qu'après deux minutes; il peut être fait au pinceau. On fixe dans un mélange composé de 20 c. c. d'acide chlorhydrique et d'un litre d'eau; on répète le fixage dans deux bains contenant respectivement 15 et 10 c. c. d'acide chlorhydrique par litre d'eau; on termine par un lavage à l'eau pure[1].

Les épreuves de teinte sépia peuvent être obtenues par le procédé usuel en ajoutant au bain sensibilisateur au platine une certaine proportion de citrate de mercure. La solution de citrate de mercure se prépare en chauffant 1 gramme d'oxyde mercurique jaune, 5 grammes d'acide citrique et 20 c. c. d'eau jusqu'à complète dissolution de l'oxyde. Le bain sensibilisateur contient 8 c. c. de solution normale de fer (I, **618**), 4 c. c. de solution de chloroplatinite de potasse dissous à la dose de 16 % d'eau et 1 à 4 c. c. de solution de citrate de mercure. L'application de la solution sensibilisatrice et l'impression se font d'après les procédés usuels. On développe avec une solution de 10 grammes d'acide oxalique, 120 à 250 grammes d'oxalate neutre de potasse et 1 litre d'eau; on fixe à l'aide d'une dissolution de 10 c. c. d'acide chlorhydrique dans 1 litre d'eau[2]. L'emploi du bichlorure de mercure permet aussi d'obtenir des tons chauds (B, **1450**), tandis que l'obtention des tons noirs est réalisée, souvent en l'absence de sels de mercure, par un développement approprié.

1680. Développement. — On obtient de beaux tons noirs en développant à chaud à l'aide des dissolutions suivantes[3] : A) eau, 1 litre; oxalate de potasse, 200 grammes; B) eau, 1 litre; chlorure de cuivre, 32 grammes; C) eau, 1 litre; bichlorure de mercure, 40 grammes; D) eau, 1 litre; acétate de plomb, 30 grammes. Ces solutions sont mélangées dans les proportions suivantes : 170 c. c. de A), 56 c. c. de B), 56 c. c. de C) et 15 c. c. de D). On chauffe jusqu'à dissolution du précipité qui se forme, et on emploie de préférence la solution chaude pour le développement; si elle agit à température élevée, et si elle est assez diluée, on obtient des tons rougeâtres.

Le développement des images peut être fait à froid à l'aide de trois dis-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 233. — 2. *Phot. Correspondenz*, 1901. — 3. *Photo-Gazette*, 1898, p. 60.

solutions saturées à la température ordinaire, l'une d'oxalate neutre de potassium, l'autre d'acide oxalique, la troisième de formiate de soude. Si le temps de pose est exact, le meilleur mélange révélateur est obtenu avec 60 c. c. d'eau, 60 c. c. de solution d'oxalate et 50 c. c. de solution de formiate ; s'il y a manque de pose, on ajoute de la solution d'oxalate; s'il y a excès de pose, on ajoute de la dissolution d'acide oxalique. Lorsque la surexposition est considérable et si l'on s'aperçoit de cette surexposition avant de retirer l'épreuve du châssis-presse, on continue à imprimer comme s'il s'agissait d'images à noircissement direct et l'on se contente de fixer dans un bain d'acide chlorhydrique sans utiliser un révélateur.

Si l'on imprime des négatifs faibles, il est bon, comme l'a indiqué M. Janko[1], d'ajouter du persulfate d'ammoniaque ou de potasse au bain de développement. Le révélateur usuel étant formé d'une solution saturée d'oxalate de potasse plus ou moins étendue d'eau, on emploie 1 partie de solution saturée d'oxalate, 1 partie d'eau distillée et 1 partie de solution de persulfate dissous à la dose de 5 grammes dans 100 c. c. d'eau distillée.

On peut obtenir des épreuves au platine présentant des teintes assez vives en mélangeant au révélateur une certaine quantité d'éosine et révélant à l'aide d'un pinceau imbibé de glycérine ; l'emploi de la glycérine permet de faire agir le révélateur localement[2]. D'excellents effets s'obtiennent quand on développe au pinceau des têtes et figures entières imprimées sur papier au platine, et qu'au lieu de dégrader le fond on le développe également au pinceau d'une façon irrégulière comme à la gouache ; le pinceau doit contenir aussi peu que possible de liqueur révélatrice[3].

1681. Renforcement. — Une épreuve au platine peut être renforcée en utilisant les anciens procédés de renforcement des négatifs au collodion humide. L'épreuve est recouverte d'un mélange de 5 c. c. d'acide acétique cristallisable, 10 grammes de sulfate ferreux et 1 litre d'eau; lorsque l'épreuve est bien imbibée de ce liquide, on le renverse dans un verre à expérience, on l'additionne de quelques centimètres cubes de dissolution d'azotate d'argent dissous à la dose de 1 %, on lave quand le résultat désiré est obtenu. On peut utiliser aussi soit le renforçateur à l'acide gallique, soit celui à l'acide pyrogallique, soit celui à l'hydroquinone et acide citrique : l'image est alors constituée par un mélange de platine et d'argent réduit. Elle sera uniquement constituée par du platine si l'on emploie un bain contenant 5 c. c. d'une solution à 10 % de formiate de sodium, 5 c. c. d'une solution à 2 % de chlorure platinique et 300 c. c. d'eau; on arrête l'action de ce bain par un lavage[4].

Les épreuves renforcées à l'aide du nitrate d'argent doivent être virées dans un bain contenant 2 grammes de chlorure de sodium, 2 grammes d'acide citrique, 0gr07 de chloroplatinite de potassium et 1 litre d'eau. L'immersion doit être prolongée pendant au moins quinze minutes; on lave à plusieure eaux et on fixe à l'hyposulfite de soude à 10 %.

On peut aussi virer ces épreuves renforcées à l'argent en utilisant un bain contenant 1 gramme de chloroplatinite de potassium, 15 grammes d'acide

1. *British Journal of Photography*, 1899. — 2. *Camera Notes*, III, n° 4. — 3. *Phot. Rundschau*, 1900, n° 2. — 4. *La Photographie*, 1900, p. 78.

phosphorique et 600 c. c. d'eau ; dans ce bain, la teinte de l'épreuve passe au noir. Le plus souvent, en renforçant l'épreuve, on augmente les contrastes de l'image[1]. On peut, d'ailleurs, utiliser pour le virage l'un des bains indiqués pour le traitement des épreuves à l'argent.

M. Mazel[2] utilise deux solutions : A) eau, 100 c. c.; formiate de soude, 10 grammes ; B) eau, 100 c. c.; chlorure de platine, 2 grammes. On mélange ces deux solutions et on ajoute 100 c. c. d'eau. L'épreuve à renforcer est mise d'abord à tremper dans l'eau, puis on l'immerge dans le bain ; on arrête l'action du renforçateur par un bon lavage.

M. Valenta[3] a reconnu que plusieurs amines pouvaient être avantageusement introduites dans les bains de virage au platine, déterminant une réduction du métal qui se dépose alors, comme dans les procédés de renforcement physique, sur les points où il existe déjà de l'argent métallique et en quantité sensiblement proportionnelle à l'intensité de l'image en chaque point. L'opération est facile à conduire, car le mélange de sel de platine et de l'amine ne se réduit que lentement ; le bain contient 10 c. c. de solution de chloroplatinite de potassium à 1 %, 10 c. c. de solution de métaphénylène-diamine à 1 % et 100 c. c. d'eau. Les parties sombres de l'épreuve se renforcent rapidement, tandis que les blancs restent très purs.

1682. Fixage et restauration des épreuves. — On fixe habituellement les épreuves au platine en les immergeant dans plusieurs bains d'acide chlorhydrique à 5 ou 10 %; mais il n'existe pas de procédé de fixage absolument sûr pour les épreuves au platine. Le meilleur moyen consiste à employer d'abord le fixage à l'acide chlorhydrique, puis l'immersion dans un bain d'oxalate d'ammoniaque à 5 % : on obtient ainsi des blancs bien plus purs que ceux produits par tout autre procédé.

Le platine allié à l'argent est soluble dans l'acide nitrique. L'inaltérabilité des épreuves au platine qui contiennent du fer, de l'argent ou d'autres métaux altérables n'est pas aussi complète qu'on pourrait le croire[4].

Les épreuves altérées peuvent être plus ou moins restaurées par l'action des hypochlorites alcalins. On fait dissoudre 10 grammes de chlorure de chaux du commerce dans 1 litre d'eau, on décante après quelques heures de repos. L'épreuve à restaurer est plongée dans l'eau pendant un quart d'heure, on l'immerge ensuite dans le bain de chlorure jusqu'à ce que la teinte jaune ait disparu, on la lave, on la plonge ensuite pendant dix minutes dans le bain à l'acide chlorhydrique, on lave et on sèche entre des buvards.

§ 2. — Photocopies et photocalques aux sels de fer.

1683. Papier au ferro-prussiate. – On obtient un bon papier au ferro-prussiate par l'emploi du citrate de fer ammoniacal *vert*. M. Clerc[5] dissout 280 grammes de ce produit dans une quantité d'eau suffisante pour obtenir 1 litre de bain et, d'autre part, il fait dissoudre 100 grammes de fer-

1. *Revue suisse de photographie*, 1898, p. 46. — 2. *Wiener photographische Blatter*, octobre 1897. — 3. *Phot. Correspondenz*, XXXVI, p. 168. — 4. *British Journal of Photography*, 11 juin 1897. — 5. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 67.

ricyanure de potassium dans la quantité d'eau suffisante pour faire 1 litre; les deux dissolutions sont mélangées à volumes égaux et on sensibilise sur ce bain du beau papier Rives. Le séchage doit être fait rapidement. L'insolation est arrêtée au moment où les parties les plus foncées de l'image ont un aspect métallisé de couleur gris olive; on lave en plusieurs eaux pures fréquemment renouvelées; quand ces lavages sont terminés, mais alors seulement, on peut faire un lavage en eau acidulée par l'acide chlorhydrique ou l'eau de chlore faible.

L'image terminée peut être affaiblie par une solution d'acide oxalique ou d'oxalate acide de potassium. On arrive au même résultat en immergeant d'abord dans une solution très faiblement alcaline, puis, après lavages prolongés, dans une eau légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique. En prolongeant l'action du faiblisseur jusqu'à ce que l'image bleue ait complètement disparu, on met à nu le papier. Si l'on a repassé à l'encre de Chine les contours de l'image, on évite ainsi la mise en place d'un dessin destiné à la reproduction au trait.

M. Chambon[1] prépare le papier au ferro-prussiate de la manière suivante : il fait dissoudre 2 grammes de gomme arabique, 3 grammes de citrate de fer ammoniacal et 2 grammes d'acide tartrique dans 20 c. c. d'eau; à ce liquide on ajoute 4 c. c. d'ammoniaque et on agite vigoureusement; d'autre part, on fait dissoudre 2gr50 de ferricyanure de potassium dans 10 c. c. d'eau; on ajoute cette solution à la première, on agite de nouveau et on laisse reposer pendant quinze minutes; on étend ce liquide à la surface du papier, on laisse sécher dans l'obscurité, on expose sous un négatif et on développe à l'eau pure. Si l'on désire une teinte plus foncée, on baigne l'épreuve dans une solution de 50 grammes d'eau de javelle pour 1 litre d'eau; on lave ensuite soigneusement et on fait sécher.

1684. Images de teintes diverses. — MM. A. et L. Lumière ont fait breveter[2] l'emploi des sels métalliques au maximum de la saccharine pour la préparation des papiers photographiques sensibles. Les composés métalliques de la saccharine sont réduits par la lumière, mais sont relativement stables dans l'obscurité. On peut préparer le saccharinate ferrique par l'action du sulfate de fer sur le saccharinate de baryum. La liqueur filtrée sert à enduire un papier gélatiné que l'on fait sécher dans l'obscurité. Après exposition à la lumière, on peut développer et fixer l'image au moyen de réactifs appropriés, tels que les ferro ou ferricyanures alcalins, ou les amidophénols, donnant par oxydation des matières colorantes. On peut utiliser de même les saccharinates de manganèse, de cobalt, de cérium, etc.

Des teintes très variées peuvent être obtenues en utilisant le papier au citrate d'argent. Avant d'exposer ce papier à la lumière, on le plonge dans un bain de perchlorure de fer sublimé à la dose de 1 gramme pour 200 c. c. d'eau, puis dans une solution de prussiate rouge de potasse à la dose de 1 gramme pour 500 c. c. d'eau : l'image s'imprime en gris bleu et devient bleu franc au lavage. Le fixage à l'hyposulfite dissous à la dose de 1 % donne une teinte bleue cobalt; le fixage dans la même solution additionnée d'un sel de plomb donne l'outremer. On obtient la couleur bleue turquoise

1. *Photo-Gazette*, 1900, p. 120. — 2. *La Photographie*, 1900, p. 144.

en ajoutant à la solution de prussiate de potasse un dixième de son volume d'une solution à 10 % d'émétique. La teinte rouge sanguine s'obtient en plongeant le papier dans un bain contenant 100 c. c. d'eau, 10 grammes de perchlorure de fer sublimé, 10 grammes d'acétate de plomb et 5 grammes de sulfocyanure de potassium. L'addition de sels de plomb au bain de fixage permet d'obtenir la teinte rouge orangée. Ce procédé a été indiqué en 1893 par M. Ch. Rolland pour papiers mélagraphiques.

Les images bleues obtenues avec le papier au ferro-prussiate peuvent être virées, comme l'a indiqué M. Clerc. L'épreuve est transformée en ferrocyanure d'argent par immersion dans une solution de nitrate d'argent, puis après lavages et exposition à la lumière, révélée soit au fer, soit par tout autre procédé : on obtient ainsi des tons bruns plus ou moins agréables, mais jamais de tons noirs. Ce ferrocyanure d'argent peut être transformé en ferrocyanure d'urane, de molybdène, de cuivre : cette dernière s'obtient en laissant séjourner l'image bleue primitive pendant environ douze heures dans une solution de sesquicarbonate d'ammoniaque exactement saturée de carbonate de cuivre. Une solution saturée et chaude d'acétate de plomb transforme l'image bleue en une image gris violacé; cette image noircit rapidement sous l'influence des vapeurs d'hydrogène sulfuré. L'immersion de l'image dans un mélange de sulfocyanate alcalin et d'acétate de plomb ne donne pas d'images noires, pas plus que l'immersion dans l'acide sulfurique ne donne d'images vertes. En transformant l'image en hydrate ou carbonate ferrique par immersion dans une solution alcaline quelconque, il est possible de fixer sur ce mordant un certain nombre de produits organiques; aucun d'eux ne donne le noir. Avec le tannin, l'image est d'un brun chaud. L'acide gallique donne un gris violacé faible; le pyrogallol donne une image grise soluble dans l'eau des lavages. Avec bon nombre de produits organique préconisés, le composé coloré formé au contact du sel de fer est immédiatement dissous; l'addition d'alun à ces diverses substances ne modifie en rien les résultats.

On peut obtenir un papier donnant des images de teinte sépia en mélangeant par parties égales une solution de citrate de fer ammoniacal à 30 % additionnée de 10 % d'acide citrique et une solution de nitrate d'argent à 10 % d'eau distillée : on obtient ainsi un liquide trouble, que l'on étend tel quel sur le papier. Après insolation, on lave et on fixe à l'hyposulfite de soude : on obtient une teinte d'un jaune plus intense en fixant dans une dissolution saturée de sulfite de sodium. Ces épreuves peuvent être virées après fixage et lavages complets. On les immerge dans un bain composé de 1 litre d'eau, 25 grammes de sulfocyanure d'ammonium et 0gr50 de chlorure d'or; il suffit d'une minute d'immersion pour obtenir une belle teinte d'un noir violet.

L'emploi d'un papier enduit d'arrow-root sur lequel on a passé au pinceau une solution de bichlorure de mercure et de citrate ou de tartrate de fer et d'ammoniaque permet d'obtenir des images de teinte agréable[1]. On prépare trois solutions : A) eau, 200 c. c.; citrate de fer et d'ammoniaque, 40 grammes; acide citrique, 4 grammes; B) eau, 200 c. c.; gélatine, 6 grammes; C) alcool, 100 c. c.; bichlorure de mercure, 24 grammes. Ces trois dis-

1. *Phot. Correspondenz*, 1899.

solutions sont mélangées chaudes; on opère en lumière jaune. Le papier est enduit avec la solution chaude; on fait sécher et on imprime sous un négatif vigoureux. Les épreuves sont bien lavées, puis après traitement avec une solution d'ammoniaque à 5 % et un nouveau lavage, on les révèle avec un des révélateurs usuels qui change leur couleur en bleu noir.

On peut préparer très facilement un papier donnant des images de teinte brune en faisant flotter du papier Rives ou du Steinbach sur une dissolution de 20 grammes d'oxalate ferrico-sodique dans 1 litre d'eau; on fait sécher rapidement dans l'obscurité à la température ordinaire. On imprime jusqu'à ce que les grandes ombres soient devenues visibles et l'on développe dans une dissolution de nitrate d'argent à la dose de 15 grammes de nitrate pour 1 litre d'eau, solution que l'on acidifie par l'acide citrique. Si le papier présente une teinte jaunâtre après le développement, on le fait passer dans un bain d'acide oxalique qui détruit cette coloration.

1685. Calques pour tirages par les sels de fer. — On dessine avec de l'encre lithographique sur du papier calque, on dépose sur la feuille de papier une couche de brun d'aniline, puis, avec un tampon de ouate imbibé de térébenthine, on lave la feuille de papier : l'encre grasse est dissoute, entraîne la matière colorante, et on obtient un dessin à traits transparents sur fond brun.

Un autre procédé consiste à préparer une encre composée de 8 à 10 grammes de gomme arabique pour 100 c. c. d'eau, on ajoute quelques gouttes de couleur d'aniline bleue ou violette en quantité telle que la coloration soit suffisante pour suivre les traits que l'on trace, on dessine avec cette encre, et quand le dessin est sec, on le recouvre d'une couche épaisse et bien uniforme d'encre typographique ordinaire, on étend le papier sur un support et on le lave avec une éponge. L'eau dissout la gomme avec laquelle les traits ont été tracés; celle-ci entraîne avec elle l'encre d'imprimerie à laquelle elle servait de support : les traits se trouvent ainsi dégarnis et apparaissent très nets sur le blanc du papier; les traces de bleu ou de violet qui restent ne gênent en rien l'impression.

§ 3. — Photogrammes aux sels de chrome.

1686. Procédé au charbon. — Les négatifs de faible intensité peuvent être imprimés par le procédé au charbon à la condition de sensibiliser le papier sur un bain assez faible au bichromate de potasse (de 5 à 20 grammes par litre d'eau), cette dernière dose étant réservée à la sensibilisation du papier pour négatifs vigoureux.

Le séchage du papier au charbon après sensibilisation peut être effectué à l'air et à la lumière, pourvu que cette lumière ne soit pas trop intense. Au sortir du bain sensibilisateur, il suffit d'appliquer la couche de gélatine contre une feuille d'ébonite; on chasse l'excédent de bichromate à l'aide d'une raclette en caoutchouc. La coloration jaune donnée au papier par le bain de bichromate permet d'effectuer le séchage au jour et à l'air sans que

l'on ait à craindre l'altération de ce papier[1]; on réalise ainsi de nombreux avantages (B **1455**).

Après un temps plus ou moins long, le papier au charbon devient presque insoluble à la surface : avec un tel papier, il n'est plus possible d'obtenir des blancs purs. On peut remédier à ce défaut en faisant passer rapidement la feuille dans une cuvette contenant de l'eau très chaude; l'opération ne doit durer que quelques secondes; immédiatement après, on plonge la feuille dans de l'eau très froide; le papier est ensuite appliqué sur une plaque pour ferrotype. On le laisse sécher et on le sensibilise suivant les procédés usuels[2].

On peut modifier la coloration des épreuves au charbon et les renforcer soit en employant des teintures qui sont absorbées proportionnellement à l'épaisseur de la gélatine, soit en utilisant des réactifs qui déposent dans la couche une matière colorante. C'est ainsi que l'emploi d'un bain d'acétate de plomb, dans lequel on plonge l'épreuve, permet d'obtenir par une nouvelle immersion de l'image dans un bain de chromate neutre de potasse une image de couleur jaune de chrome. Le sulfate de cuivre employé avant le chromate de potasse donne un ton vert pour paysages; si l'on emploie le ferrocyanure au lieu du chromate, la couleur sera d'un riche brun chocolat nuancé de rouge. Les sels de nickel et de cobalt donnent avec les ferrocyanures et les chromates des précipités vert et bleu pâle qui conviennent bien dans certains cas.

L'épreuve au charbon peut d'ailleurs être teinte après son développement quand elle est sèche. L'eau de baryte ou l'eau de chaux et l'alizarine dissoute dans l'alcool teignent l'épreuve en violet; une solution de bois de campêche la teint en bleu; l'acétate de plomb et la purpurine dissoute dans l'ammoniaque lui donnent une teinte d'un rouge pourpre; la purpurine dissoute dans une solution chaude d'alun lui donne une teinte rouge cerise; la coloration est rouge carmin avec la purpurine dissoute dans un alcali caustique : on dilue fortement ces solutions alcalines avant leur emploi.

M. Hildesheimer a recommandé un procédé pratique pour le tirage des négatifs légers[3]. On arrête l'exposition à la lumière avant que cette exposition soit suffisante, on abandonne ensuite l'épreuve dans l'obscurité et dans un local humide pendant douze à seize heures; sous l'influence de l'humidité l'image se renforce et devient plus riche en contrastes.

Une diapositive au charbon qui est trop faible peut se renforcer par une simple immersion dans une solution à 1 % de permanganate de potasse; on la retire de ce bain quand l'effet désiré est obtenu. Si l'on désire un ton noir bleu, on utilise le renforcement au sulfate de fer et acide pyrogallique.

L'intensité des épreuves au charbon peut être réduite en se servant d'une solution de chlorure de chaux à saturation[4]. On laisse déposer la liqueur et on mélange 60 c. c. de cette solution limpide à 1 litre d'eau. Pour les épreuves qui ne demandent qu'à être légèrement baissées, on emploie 30 c. c. de solution de chlorure, on lave et on passe à l'alun.

Les épreuves surexposées à la lumière se développent lentement. On peut

1. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1898, p. 276. — 2. *British Journal of Photography*, 11 juin 1897. — 3. *The Amateur Photographer*, n° 645. — 4. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1901, p. 320.

abréger la durée de l'opération en versant dans l'eau de développement quelques gouttes d'une solution saturée et filtrée de chlorure de chaux qui a pour effet de rendre soluble la gélatine insolubilisée; on lave ensuite et on passe dans un bain faible d'hyposulfite qui détruit le chlorure de chaux, on lave de nouveau et on passe au bain d'alun.

Le Dr Namias a reconnu que les sels normaux du chrome passent, sous l'action des persulfates alcalins, à l'état d'acide chromique. Ces sels normaux, en se formant sous l'action de la lumière, amènent l'insolubilisation de la gélatine; par conséquent, on peut détruire les effets de la surexposition sur les papiers au charbon et autres analogues en les immergeant pendant quelques instants dans une solution d'un persulfate. On utilise dans ce but une dissolution contenant 100 c. c. d'eau, 1 c. c. d'acide sulfurique et 5 grammes de persulfate d'ammonium [1].

1687. Papier charbon-velours. — M. le Dr Malmann [2] a indiqué le mode d'une préparation d'un papier fournissant des résultats analogues à ceux que donne le papier charbon-velours du commerce. On mouille du papier Rives d'épaisseur moyenne, on l'applique sur une glace à l'aide d'une raclette de caoutchouc, et le tout est mis de niveau au moyen de vis calantes; on recouvre cette glace d'une solution de 15 grammes de gélatine pour 1 litre d'eau; la quantité de gélatine à employer est d'environ 1 c. c. de dissolution par centimètre carré de surface à couvrir; quand la gélatine a fait prise, on place la feuille encore humide dans la boîte à poudrer employée par les graveurs et on laisse la matière colorante, préalablement soulevée en nuages, se déposer à la surface. Un mélange de brun d'ivoire et de noir d'ivoire donne de bons résultats. On sensibilise ce papier avec une solution aqueuse de bichromate de potasse, on fait sécher dans l'obscurité et, après insolation sous un négatif, on développe avec l'eau tiède mélangée de sciure de bois ou de son.

M. Raphaels prépare le papier en étendant à sa surface un mélange de colle de poisson Lepage, de bichromate et de couleur dans les proportions suivantes : 5 grammes de colle de poisson, 10 grammes de couleur en tube pour l'aquarelle, 25 c. c. de solution saturée de bichromate de potassium. Cette mixture est étendue en couche très mince sur le papier, on laisse sécher et on imprime sous un négatif.

Le papier charbon-velours Artigue peut être sensibilisé soit avec une solution aqueuse de bichromate d'ammoniaque, soit avec une solution alcoolique; dans le premier cas, il est assez difficile d'éviter les bulles qui se forment pendant la sensibilisation. M. Puyo [3] évite complètement cet insuccès en plaçant la feuille à sensibiliser sur une plaque de verre, gélatine en dessus, et l'arrosant complètement sous le jet d'un robinet avant de la plonger dans le bain de bichromate. Ce bain contient 2 % de bichromate; il est refroidi avec de la glace pendant l'été.

1. *La Photographie*, 1900, p. 31. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 74. — 3. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1898, p. 385.

La durée du temps de pose est extrêmement importante pour la facilité du dépouillement. Le papier bleu Artigue est deux fois plus rapide que le papier noir et ce dernier trois à quatre fois plus rapide que le papier rouge.

Pour dépouiller l'image, M. Puyo rince la surface du papier dans l'eau froide, puis le place dans l'eau chauffée à 28 ou 29° C. : l'image se dessine faiblement après une ou deux minutes. L'épreuve chaude est retirée du bain, placée sur un verre, on arrose la surface du papier avec de la sciure froide, très claire : l'image apparaît. On replonge l'épreuve dans le bain à 28°, on recommence l'opération : à ce moment, l'image est assez visible pour que l'on puisse distinguer les contrastes. Trois cas peuvent se présenter :

1° L'exposition à la lumière a été normale : on continue alors le dépouillement de l'épreuve à la sciure froide en la plongeant de temps en temps, si cela est nécessaire, dans le bain à 28° ;

2° La durée d'exposition a été trop longue : l'épreuve surexposée est placée, gélatine en dessous, dans un bain de carbonate de soude à 5 °/₀ ; on tâte la couche de temps en temps et, quand celle-ci consent à céder, on achève le dépouillement avec de la sciure assez épaisse ;

3° Si l'épreuve est sous-exposée et si l'on craint de produire une image grise, on la plonge dans un bain plus chaud, à la température de 31° C, température qu'il ne faut pas dépasser ; on surveille attentivement l'image, et après une minute d'action du bain, on donne un ou deux coups de sciure claire. En opérant ainsi et replongeant les épreuves dans le bain très chaud, on rétablit les oppositions qui au début du dépouillement apparaissaient comme devant être trop faibles. Si les parties claires de l'image ont une tendance à s'arracher, on plonge l'épreuve dans l'eau froide.

En employant de la sciure très claire, il est facile de diriger ce jet et d'obtenir le dépouillement local de l'image. On peut alors dans un paysage ménager le ciel, faire fuir les lointains, ombrer les terrains du premier plan, etc. La surexposition est à éviter, car elle fournit des épreuves dures ; il vaut mieux sous-exposer. Un manque d'exposition, même assez notable, peut toujours se racheter au moment du dépouillement, pourvu que le travail soit fait avec les précautions indiquées.

M. Fresson[1] prépare un papier à plusieurs couches de sensibilités différentes et disposés de telle manière que l'insolubilisation se fasse plus rapidement dans les portions qui avoisinent le papier ; on le sensibilise à l'aide d'un bain de bichromate : il donne des résultats comparables à ceux que fournit le papier velours. M. Farinaud[2] prépare à l'aide de gomme bichromatée un papier du même genre, mais dont le dépouillement se fait à l'eau tiède, sans qu'il soit besoin de se maintenir entre des limites très étroites de température. L'opération peut être facilitée par l'addition au bain d'une bouillie claire de sciure de bois, et au besoin, si la pose a été exagérée, de quelques gouttes de lessive de soude.

La couche est étendue sur des papiers de grains très différents, ce qui donne des effets artistiques.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 388. — 2. *Ibid.*, 1900, p. 68.

1688. Procédé à la gomme bichromatée. — Ce procédé permet d'obtenir d'une façon relativement aisée le dépouillement local de l'image; on peut donc sur l'épreuve positive modifier la gamme générale des valeurs du négatif. On opère localement, sans que les portions de l'image non soumises au dépouillement local soient modifiées. Le séchage de l'épreuve s'effectuant lentement, on a tout le temps d'intervenir aux périodes successives de résistance croissante de la couche de matière colloïde à laquelle est mélangée la matière colorante de teinte la mieux appropriée au sujet à reproduire.

Le papier préparé à la gomme bichromatée fournit des épreuves dans lesquelles on constate la suppression d'un certain nombre de teintes, de telle sorte qu'en poussant à l'extrême, on arriverait à supprimer le modelé. M. Behrens a constaté qu'en plaçant sous le même photomètre Vogel du papier au platine et du papier à la gomme bichromatée, ce dernier montre de cinq à neuf dégradations de teintes, suivant les cas, tandis que le papier au platine en fournit dix-sept. La gamme des demi-teintes du papier à la gomme varie suivant la préparation du papier et le mode de dépouillement : cette gamme est toujours d'étendue très restreinte, mais peut être augmentée par addition d'amidon à la gomme, par le dépouillement à l'eau froide, etc.

M. Watzek[1] a recommandé d'encoller à la gélatine ou à l'amidon les papiers à gros grains que l'on destine à recevoir la mixtion à la gomme. Le mélange de couleur et de gomme arabique peut être fait en proportions variables; plus il contient de gomme, plus l'épreuve est à gros grains et dure; moins le mélange contient de gomme, plus solidement la couleur tient au papier, plus fin est le grain, plus doux les demi-tons, mais aussi plus floue l'épreuve. L'exposition est d'autant plus longue que le mélange contient plus de gomme; on expose longuement et on développe très lentement. Avec les papiers rugueux, le dépouillement par balancement fournit facilement des blancs salis; on peut éviter cet inconvénient en détrempant de nouveau dans l'eau l'image séchée et enlevant au pinceau les taches dans les lumières.

Les couleurs employées doivent être mises au contact de la solution de bichromate pendant au moins une nuit avant de les mélanger avec la gomme; dans ces conditions, le papier préparé se conserve de huit à quatorze jours.

Tous les anciens papiers à la forme sont excellents pour la pratique de ce procédé; on peut utiliser pour cet objet les vieux restes d'album ou de manuscrits. Certains de ces papiers nécessitent l'emploi d'un encollage : on se sert d'environ 15 grammes de gélatine ou d'arrow-root dissous dans 1 litre d'eau. On obtient de très bons résultats par l'emploi des papiers Canson ou Montgolfier.

Les couleurs les meilleures sont celles qui, sous le plus petit volume, présentent la plus grande intensité de coloration; encore faut-il que ces cou-

1. *Wiener Photographische Blaetter*, 1896.

leurs ne soient pas décomposées par le bichromate de potasse. En général, le noir de fumée, les ocres, les terres d'ombre et l'indigo fournissent les meilleurs résultats. On peut aussi employer la couleur blanche avec des papiers noirs ou colorés; on imprime alors d'après un positif. Le seul blanc qui puisse être employé utilement est le sulfate de baryte.

La gomme arabique doit être achetée en morceaux. On choisit la gomme d'acacia ou gomme du Soudan, on la fait dissoudre à froid dans l'eau en suspendant dans cette eau les morceaux de gomme grossièrement broyés et renfermés dans une mousseline. Cette solution doit être employée aussitôt après sa préparation, car elle s'aigrit assez rapidement et ses propriétés sont alors modifiées. La solution de gomme doit être assez épaisse pour s'écouler lentement en grosses gouttes, sans aucune pression des doigts, à travers la mousseline de finesse moyenne employée pour filtrer; il suffit en général de 30 à 35 grammes de gomme pour 100 c. c. d'eau. La solution de bichromate est faite dans l'eau chaude à la dose de 10 grammes de bichromate de potasse pour 100 c. c. d'eau. La mixtion colorée doit avoir une consistance suffisante pour permettre un revêtement rapide et uniforme du papier; on ajoute plus de bichromate si la quantité de matière colorante est considérable, car cette matière épaissit la mixtion. Avec l'ocre rouge commune, on emploie 4 c. c. de gomme, 4 c. c. de solution de bichromate et 2gr5 de couleur. Si l'on emploie plusieurs couleurs, on les mélange d'abord aussi complètement que possible en s'aidant d'une brosse à huile dure, puis on ajoute la gomme; on mélange de nouveau, on ajoute le bichromate et on mélange une troisième fois.

On étend la mixtion sur le papier en se servant de deux brosses, l'une en soie de porc et en forme d'éventail de 10 centimètres de large, avec les soies rigides; l'autre, en poil de blaireau, de 10 à 15 centimètres de large, à quatre rangées de poils, du genre des brosses à blaireauter dont se servent les peintres. Le papier, de dimensions un peu plus grandes que celles du négatif à reproduire, est étendu sur une planchette à dessin; on la fixe par les deux angles supérieurs; avec la brosse queue-de-morue, on étend la mixtion sur le papier en n'employant que la quantité minima pour couvrir la feuille; la couche, à la fin de l'opération, doit être assez mince pour permettre d'apercevoir le grain du papier. La feuille doit être couverte aussi rapidement que possible, puis avec le blaireau *sec* et bien propre, on égalise l'épaisseur de la couche en passant trois ou quatre fois verticalement de haut en bas en pressant un peu fortement; on en fait autant de gauche à droite en pressant moins; enfin, on passe légèrement dans toutes les directions en tenant la brosse normalement à la surface du papier, de manière à faire disparaître les stries et toutes les inégalités; à ce moment, la couleur a fait prise; on ne doit plus y toucher. L'opération doit être faite en quarante à cinquante secondes s'il s'agit d'une épreuve du format 18×24. La dessiccation doit se faire dans l'obscurité, à l'abri de la chaleur, et le papier doit être employé aussitôt que possible après sa préparation.

Quelquefois, la gomme a de la tendance à couler pendant le séchage; on évite cet inconvénient en immergeant d'abord le papier dans une solution de bichromate de potasse à 10 %, on fait sécher, puis on le recouvre de la mixtion colorante et de la gomme; il suffit que la solution de gomme soit à 20 %; on l'étend à l'aide des deux pinceaux.

L'impression au châssis-presse s'effectue à la lumière du jour. Il faut éviter l'action de la lumière solaire directe, car la chaleur rend insoluble la gomme bichromatée. Le photomètre sert à déterminer la durée de l'insolation.

Le dépouillement du papier s'effectue en faisant couler un courant d'eau sur l'épreuve, courant que l'on obtient en exprimant une éponge mouillée sur celle-ci, après l'avoir immergée dans une cuvette d'eau froide et appliquée sur une plaque de verre; au besoin, on élève peu à peu la température de l'eau si le dépouillement ne se fait pas à l'eau froide. Avec de l'eau à température convenable, les contours de l'image sont visibles à partir de ce moment. Connaissant la nature du sujet à imprimer, on emploie de l'eau plus ou moins chaude. Le procédé le plus simple consiste à dépouiller en trempant l'éponge dans l'eau chauffée à un degré convenable et à comprimer cette éponge au-dessus d'un entonnoir : l'eau très chaude sert à dépouiller les ombres les plus fortes; l'eau tiède obtenue en trempant alternativement l'éponge dans l'eau froide et dans l'eau chaude servira pour les teintes intermédiaires, tandis que l'eau froide sera utilisée pour les demi-teintes délicates. Le travail doit être fait lentement; il peut être laissé et repris; dans ce cas, l'épreuve partiellement dépouillée sera conservée dans l'obscurité.

Le dépouillement à l'aide du pinceau se fait soit en maintenant l'épreuve dans l'eau, soit en la disposant face en dessus sur une plaque de verre, ce qui exige beaucoup de précautions. Suivant la résistance de la couche, on utilise un pinceau rude et à poils écartés ou un pinceau très doux en poils de blaireau. Ce procédé nécessite du soin, du goût et de la patience; il est bien mieux de ne l'employer que lorsque le dépouillement à l'eau a été terminé, car l'action du pinceau tend à désagréger la couche.

L'image complètement dépouillée peut être fixée par immersion dans un bain d'alun, mais elle perd un peu de sa douceur et de sa délicatesse; il est mieux de la fixer dans un liquide contenant 50 c. c. de bisulfite de soude du commerce pour un litre d'eau.

M. Mallmann[1] ajoute de l'amidon à la gomme bichromatée. Il prépare d'abord une solution d'amidon contenant 20 grammes d'amidon pour un litre d'eau; à 100 c. c. de ce mélange il ajoute 40 grammes de gomme arabique, quelques gouttes d'acide phénique et la matière colorante; le tout est passé à travers un linge. La liqueur sensible se prépare en mélangeant par parties égales la mixtion et une solution saturée de bichromate de potasse. Il faut que le papier soit séché rapidement pour obtenir des images brillantes; à cette condition, il n'est besoin ni de papier, ni d'encollage spécial.

Au lieu d'utiliser les couleurs en poudre, on peut employer les couleurs moites pour l'aquarelle pourvu qu'elles soient très finement broyées, exemptes de grumeaux et de couleurs d'aniline.

Pour empêcher la gomme de pénétrer dans l'épaisseur du papier, M. Watzek recommande de préparer l'encollage de la manière suivante : on laisse moisir à l'air une gelée de gélatine à 5 %, on recueille alors la gélatine qui s'est liquéfiée spontanément et on y ajoute par litre 5 à 10 c. c.

1. *British Journal of Photography*, 16 juillet 1897.

de formol du commerce; lorsque cet encollage est sec, il est insoluble[1].

On peut aussi recouvrir le papier d'une solution de gélatine à 5 %. Deux couches de cette colle sont passées sur le papier; on laisse sécher la feuille mise à plat, puis on passe sur la surface avec un pinceau large une solution de 5 c. c. de formol dans 100 c. c. d'eau; on laisse sécher. On obtient une très belle couleur en mélangeant à la molette 12 grammes de noir d'ivoire en tube pour aquarelle et 4 grammes de brun de Cassel; à cette mixture, on ajoute 60 c. c. de solution de gomme arabique à 40 %, soit 1 partie de couleur pour 4 de solution de gomme; à une partie de mixture colorée, on mélange de 1/2 à 2 parties de bichromate d'ammonium. Pour couvrir une feuille de format 30 × 40 centimètres, on emploie environ 10 c. c. de cette mixture. Si l'on préfère utiliser les couleurs en poudre, on admettra qu'une partie de poudre équivaut à quatre parties de couleurs en tube.

M. Miller[2] a conseillé de mélanger à la solution de gomme une certaine quantité d'alun. La couche pigmentaire se prépare à l'aide de deux dissolutions : A) eau, 100 c. c.; gomme arabique, 25 grammes; acide salicylique, 0gr25 : cette solution peut être conservée pendant plusieurs mois; B) alun de chrome, 3 grammes; eau, 100 c. c. Pour préparer la mixtion de couleur noire, on prendra 10 c. c. de A), 1 c. c. de B), 1 c. c. d'eau et 0gr01 de noir de charbon. Si l'on veut employer le fusain, on mélange 10 c. c. de A), 2 c. c. de B), 2 c. c. d'eau et 1 gramme de fusain en poudre. Avec la sanguine, on emploiera 10 c. c. de A), 1 c. c. de B) et 0gr05 de sanguine. Les couleurs sont bien broyées au mortier pendant cinq minutes au moins; les particules de couleur doivent être bien enrobées par la gomme.

Le papier recouvert de cette mixtion et séché se conserve indéfiniment; pour le sensibiliser, on utilise une dissolution de bichromate de potasse; on opère comme s'il s'agissait de papier au charbon.

D'après M. Brun[3], un très bon encollage pour papier se prépare en faisant fondre au bain-marie 1 gramme de gélatine dans 50 c. c. d'eau, et après dissolution complète, on ajoute 2 grammes d'alun dissous dans 50 c. c. d'eau; à l'aide d'un blaireau, on étend cette solution encore chaude sur le bon côté du papier qui est ensuite mis à sécher. La solution de gomme se prépare avec 15 grammes de gomme arabique en morceaux, 15 grammes de gomme du Sénégal et 100 c. c. d'eau; on filtre au travers d'un linge fin, on laisse la solution s'acidifier, ce qui exige une dizaine de jours; on filtre de nouveau et on ajoute 2 grammes d'amidon en morceaux par 100 c. c. de solution de gomme; on filtre et on prépare la mixtion sensible en mélangeant 5 c. c. de solution de gomme, 5 c. c. de bichromate de potassium ou d'ammonium dissous à la dose de 10 %; on y ajoute la quantité de couleur nécessaire. Trop de couleur donne des épreuves dures et empâtées dans les noirs; peu de couleur donne des images grises. Les meilleures couleurs à employer sont les couleurs en tubes pour l'aquarelle, marque Bourgeois; il ne faut utiliser que celles ne donnant pas de précipité avec le bichromate et qui couvrent bien le papier sous un petit volume.

Le papier se prépare à la lumière du jour. On le fixe sur un carton à

1. *The Amateur Photographer*, 27 février 1899. — 2. *Journal of the Photographer Society of Philadelphia*, 1900. — 3. *Revue suisse de photographie*, 1900, p. 341.

l'aide de quatre épingles, on le recouvre de mixtion en s'aidant de deux blaireaux et on laisse sécher dans l'obscurité. Ce papier ne se conserve pas; il faut l'utiliser dans les vingt-quatre heures qui suivent sa préparation et lorsqu'il est complètement sec.

On peut, dans la préparation de ce papier, supprimer le bichromate. Dans ce cas, on peut conserver pendant un temps très long, à l'abri de l'humidité, le papier que l'on sensibilise à l'aide d'une solution alcoolique de bichromate ou d'une solution aqueuse que l'on applique au dos du papier.

Le Dr Henneberg[1] a montré que par l'emploi du procédé à la gomme bichromatée on peut dépouiller une épreuve, puis, quand elle est tout à fait sèche, étendre une nouvelle couche de mixtion bichromatée et obtenir une nouvelle impression, ce qui permet de pratiquer le procédé trichrome ou d'obtenir des effets spéciaux par superposition de teintes plus ou moins variées.

1689. Procédé ozotype. — M. Manly a désigné sous ce nom un procédé qui a certaines analogies avec les procédés connus sous le nom de *Mariotypie* (III, **p. 245**). Un papier préalablement encollé est enduit de bichromate de potasse et d'un sel de manganèse tel que le sulfate; on insole sous un négatif jusqu'à l'apparition d'une image positive assez marquée pour qu'elle soit visible dans ses détails, on lave et on applique sur cette première épreuve une feuille de papier au charbon; le contact étant bien établi, on dépouille à l'eau chaude comme s'il s'agissait d'une image par simple transfert. L'image n'est pas renversée en utilisant un négatif ordinaire. Au lieu d'une image au charbon, on peut obtenir une image à la gomme bichromatée.

Les réactions sur lesquelles sont basés le procédé ozotype, la mariotypie et bon nombre de brevets pris récemment se trouvent détaillées dans une communication faite par Kopp en 1863 à la Société industrielle de Mulhouse; certaines de ces réactions n'ont pas encore été utilisées et sont susceptibles de donner des images photographiques.

M. Dubreuil[2] utilise de la façon suivante le procédé ozotype : le papier est sensibilisé au moyen d'une solution de 7 grammes de bichromate de potasse, 14 grammes de sulfate de manganèse et 100 c. c. d'eau; le papier est encollé à l'aide d'une solution de colle liquide Lepage; on mesure 1 c. c. de cette colle, on la fait dissoudre dans 5 c. c. d'eau chaude, et cette solution est employée à la dose de 1/2 à 1 c. c. pour 5 c. c. de solution sensibilisatrice. Plus l'encollage du papier sera fort, plus l'image sera douce et nette, ce qui permet d'utiliser tous les négatifs.

Le papier sensibilisé est séché dans l'obscurité. Comme l'a fait observer M. Demachy[3], il est très important d'arrêter l'insolation à

1. *Wiener photographisches Blaetter*, mars 1897. — 2. *Le Nord photographe*, 1901. — 3. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1901, p. 35.

ce moment, alors même que l'image est incomplète en apparence. On l'imprime sous un négatif à la lumière du jour jusqu'à l'apparition de détails dans les blancs. L'épreuve est alors lavée pendant un quart d'heure au maximum dans cinq eaux différentes, on fait sécher à l'air libre, et cette image primaire sert à produire une épreuve au charbon ou une épreuve à la gomme. Si l'insolation est poussée jusqu'à ce que les grandes lumières soient modelées, il en résulte plus tard l'insolubilisation complète soit du papier mixtionné, soit de la mixtion à la gomme.

Si l'on veut utiliser le procédé au charbon, on prépare une dissolution contenant 2 c. c. d'acide acétique et 1 gramme d'hydroquinone pour 1 litre d'eau; on ajoute à ce liquide une proportion plus ou moins grande de sulfate de cuivre, suivant la nature du négatif à imprimer. La proportion est de 7 c. c. de solution de sulfate pour cent d'eau pour les négatifs durs, de 5 c. c. pour ceux donnant de bons résultats en platinotypie, de 2,5 c. c. pour ceux qui conviennent au tirage par le papier au citrate; enfin, si le négatif est gris, sans effets, on supprime l'emploi de la solution de sulfate de cuivre, dont le rôle est de donner de la douceur.

La feuille de papier au charbon est immergée dans le bain d'hydroquinone dont la température doit être de 18 à 20° C.; on immerge aussi l'épreuve primaire, et quand les deux papiers sont distendus, face image contre face gélatine, on retire le tout et on passe la raclette comme s'il s'agissait de préparer un dépouillement par double transfert; on laisse sécher dans un endroit sec. Ce résultat étant obtenu, les deux feuilles sont baignées, quand on le désire, dans l'eau froide. La durée d'immersion est au minimum d'une heure. Au bout de ce temps, on plonge le tout dans un bain d'eau chauffée de 32 à 35° C.; on saisit ensuite l'épreuve primaire par un coin, on la détache sous l'eau, sans temps d'arrêt, de la feuille pigmentée : la couche de mixtion au charbon se trouve transportée sur la feuille impressionnée. Si la durée du temps de pose à la lumière a été dépassée, le décollement est très pénible, souvent même impossible à obtenir. L'addition de 5 à 10 c. c. de glycérine au bain d'acide acétique facilite le décollement. Le papier est placé pendant quelques instants dans l'eau à 25 ou 26° C.; quand l'image commence à se dessiner, on le transporte sur une feuille de verre, exactement comme dans le procédé charbon-velours, et au moyen de coulées d'eau plus ou moins chaude on continue le dépouillement. On peut

localiser l'action de l'eau sur telle ou telle partie, dépouiller à l'aide d'un pinceau doux, etc. Le dépouillement devra être en deçà du résultat désiré, car l'épreuve remonte au séchage. On peut, d'ailleurs, reprendre le dépouillement quand l'épreuve est sèche : la température de l'eau devra être plus élevée, la couche ayant durci au premier séchage. Quand le résultat désiré est obtenu, on alune l'épreuve ou bien on la plonge dans un bain de formol à 10 °/₀, on lave et on fait sécher.

S'il s'agit d'obtenir une épreuve par procédé à la gomme, l'image primaire sera recouverte de gomme colorée à laquelle on aura ajouté les agents réducteurs. On prépare quatre dissolutions : A) eau, 100 c. c.; sulfate de cuivre, 10 grammes; B) eau, 100 c. c.; alun de chrome, 10 grammes; C) eau froide, 100 c. c.; gomme arabique, 40 grammes; D) eau, 30 c. c.; acide acétique, 2 c. c.; hydroquinone, 1 gramme; sulfate de fer, 0gr5. On commence par malaxer la couleur et la gomme de façon à obtenir un liquide aussi homogène que possible. On mesure 30 c. c. de solution de gomme que l'on additionne de 8 c. c. de solution A) et un demi à 2 c. c. de solution B); on agite fortement et on additionne de 3 c. c. de la solution D); on étend ce mélange sur le côté impressionné de l'épreuve primaire et on abandonne à la dessiccation. Si le mélange est trop épais, on peut l'allonger d'eau en ayant soin d'augmenter en même temps les quantités de A) et de B) qui doivent rester dans le même rapport. La quantité de sulfate de fer à employer dépend de la nature de l'épreuve : si l'on désire une image dure, on le supprime et on le remplace par 1 c. c. de la solution A) par chaque 30 c. c. de C).

L'image séchée est ramollie dans l'eau froide, puis dépouillée au moyen d'affusions d'eau plus ou moins chaude.

Dans le choix des couleurs[1] à utiliser, il convient d'éviter les bleus dérivés du cuivre, le jaune indien, le carmin et beaucoup de laques dont la stabilité laisse à désirer.

L'impression au châssis-presse s'effectue aussi rapidement que si l'on utilisait le papier au platine. M. Manly avait admis que l'insolation du mélange de bichromate de potasse et de sulfate de manganèse employés pour obtenir l'image primaire pouvait donner de l'oxyde de manganèse ou de l'acide manganique. M. Chapman Jones[2] a montré que ce produit n'était autre que du chromate basique de manganèse produit par la réaction du chromate de potassium sur le sulfate de manganèse.

1. *Photography*, 1901, n° 652. — 2. *Ibid.*, 1900, p. 762.

1690. Procédé aux poudres. — Ce procédé a été récemment remis en honneur pour l'obtention d'épreuves dites métalliques[1], suivant les indications fournies depuis longtemps par Geymet et Alker[2] pour la reproduction des médailles : on transporte soit une épreuve aux poudres, soit une épreuve au charbon sur plaque métallique ou présentant l'aspect métallique. M. Ethelbert utilise une solution sensibilisatrice faite par le mélange de deux bains : A) eau, 300 c. c.; colle de poisson, 30 grammes; glucose, 120 grammes; glycérine, 10 gouttes; B) bichromate d'ammonium, 50 grammes; eau, 300 c. c. On utilise cette solution en l'étendant sur glace, séchant à chaud (III, **652**) et développant à l'aide de poudres colorées; l'image est ensuite transportée sur la surface métallique qui a été choisie. On obtient de bons résultats en transportant sur glace argentée et polie.

1691. Conservation des préparations bichromatées. — Les préparations sensibilisées à l'aide du bichromate de potasse ne se conservent pas très longtemps. On a recommandé l'emploi de l'acide salicylique pour assurer cette conservation; on dissout 2 grammes d'acide salicylique dans 25 c. c. d'alcool et on ajoute à ce liquide un bain contenant 30 grammes de bichromate de potasse, 5 c. c. d'ammoniaque et 1 litre d'eau[3].

§ 4. — Procédés divers.

1692. Emploi des sels métalliques. — Le mélange de bichlorure de mercure et de certains sels de fer permet d'obtenir de belles images. On prépare trois solutions : A) eau, 200 c. c.; citrate de fer et d'ammoniaque, 40 grammes; acide citrique, 4 grammes; B) eau, 200 c. c.; gélatine, 6 grammes; C) alcool, 100 c. c.; bichlorure de mercure, 24 grammes. Ces trois solutions sont mélangées chaudes; on opère en lumière jaune. Le papier, préalablement encollé à l'arrow-root, est enduit avec la solution chaude; on étend uniformément la couche sensible, puis on imprime sous un négatif vigoureux. Les épreuves sont bien lavées, et après traitement avec une solution d'ammoniaque à 5 %, puis un nouveau lavage, sont développées avec un révélateur ordinaire qui change la couleur en bleu noir après dessiccation.

On obtient des images brunes en utilisant les sels de cuivre. On fait dissoudre 7 grammes de sulfate de cuivre et 15 grammes de bichromate de potasse dans 125 c. c. d'eau, on filtre ce liquide; à l'aide d'un pinceau, on l'étend à la surface d'une feuille de papier encollé, on fait sécher aussi rapidement que possible à l'abri de la chaleur. Le papier sec est de teinte jaune foncé; on l'expose à la lumière derrière un négatif : l'image est à point quand tous les détails sont bien venus; les ombres sont d'un marron foncé, les blancs sont jaunes. Quand tout le bichromate est éliminé, on lave l'épreuve à l'eau pure pendant quelques minutes, puis on la développe. Cette opération s'effectue en pleine lumière à l'aide d'une solution d'acide pyrogallique fraîchement préparée et assez concentrée; on termine en lavant à l'eau courante pendant quelques minutes.

1. *The Photographic Journal*, 31 janvier 1898. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1870, p. 176. — 3. *The Process Photogramm*, avril 1901.

1693. Photographies sympathiques. — Ces images ne sont pas visibles sur le papier blanc : elles ne le deviennent que lorsqu'on les plonge dans l'eau; elles disparaissent aussitôt qu'elles sont complètement sèches[1]. Du papier ordinaire est lavé à l'eau contenant 10 % d'acide chlorhydrique on élimine l'excès d'acide par lavages à l'eau et on fait sécher; on immerge ce papier dans une solution de gélatine à 4 %, on fait sécher de nouveau, et lorsque le papier est complètement sec, on le sensibilise en le faisant flotter pendant trois ou quatre minutes sur une solution de 4 grammes de bichromate de potasse pour 100 c. c. d'eau.

L'impression se fait à la manière habituelle jusqu'à ce que l'image se dessine nettement en brun; on lave jusqu'à disparition des dernières traces de bichromate, on traite à l'eau chaude pour dissoudre complètement la gélatine inaltérée par la lumière. Lorsque le papier est complètement sec, il ne reste pas trace de l'épreuve; celle-ci devient visible aussitôt que le papier est suffisamment humecté d'eau.

1694. Phototeinture. — E. Kopp[2] a montré en 1863 qu'une image brune d'oxyde de chrome se forme par exposition à la lumière d'un papier ou d'un tissu imprégné de bichromate de potassium. On peut oxyder cette substance brune en faisant réagir sur elle un corps qui, en s'oxydant, donne des composés colorés insolubles; c'est le cas avec certains acides pyrogénés, plusieurs combinaisons d'aniline et de naphtaline, soit même avec certains composés minéraux, par exemple les sels ferreux.

MM. Andressen et Guneron ont fait breveter un procédé basé sur ces réactions décrites, publiées et appliquées par Kopp. Ils plongent le papier dans une solution contenant 6 grammes de gélatine tendre, 16 à 20 grammes de bichromate d'ammonium dissous dans 100 c. c. d'eau légèrement chauffée, sèchent le papier ainsi sensibilisé dans l'obscurité, exposent à la lumière, lavent et terminent en immergeant le papier dans une solution de 1 gramme d'acide sulfurique pour 1 litre d'eau. On développe à l'aide d'un bain contenant 600 c. c. d'eau, 1 gramme de paraphénylène diamine et 1 à 2 grammes de bisulfite de soude : l'image se développe très vite dans ce bain avec une coloration brun foncé; on lave à l'eau acidulée, puis à l'eau ordinaire et on fait sécher. La paraphénylène diamine peut être remplacée par un grand nombre de corps de la série aromatique.

1695. Emploi de la gélatine. — L'insolubilisation de la gélatine a permis à MM. A. et L. Lumière d'établir un nouveau procédé d'impression. Certaines substances organiques telles que les dérivés di et polyazoïques des mono et polyamines aromatiques peuvent, comme les chromates alcalins, insolubiliser la gélatine sous l'influence de la lumière. Par suite, ces substances peuvent être substituées aux chromates pour la sensibilisation des papiers au charbon et analogues. Ces papiers se conservent pendant un temps assez long et l'industrie peut les livrer à l'état sensible. En particulier, on peut utiliser pour cet objet le dérivé tétrazoïque du diamidocarbinol. Le sulfate de diamidocarbazol est diazoté en solution sulfurique par

1. *Saint Louis and Canadian Photographer*, août 1901. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1878, p. 233.

les procédés connus. La solution jaune est maintenue acide, filtrée froide (3 à 4° C.). C'est dans cette solution que l'on plonge les papiers à sensibiliser, exactement comme si l'on employait une solution de bichromate; on peut aussi ajouter le sensibilisateur à la gélatine avant de la coucher sur le papier.

On sait que la gélatine devient insoluble en présence du perchlorure de fer : cette réaction, connue depuis longtemps, permet de préparer des images photographiques par absorption de matières colorantes[1]. Des plaques de verre bien nettoyées sont placées de niveau et recouvertes d'une solution de gélatine à 10 %, on laisse sécher et on sensibilise en les plongeant pendant dix minutes dans une solution de 15 grammes de perchlorure de fer, 10 grammes d'acide acétique et 500 c. c. d'eau; ce bain doit être préparé au moment de l'emploi. L'impression se fait au châssis-presse, à la lumière du jour; on plonge alors la plaque dans l'un des bains suivants :

Pour une image bleue : gélatine, 50 grammes; eau, 300 c. c.; bleu de Prusse, 1 gramme; gomme arabique, 2 grammes; solution à 10 % de carbonate de soude, 1 c. c.;

Pour une image verte : gélatine, 50 grammes; eau, 300 c. c.; vert de Scheele, 1 gramme; gomme arabique, 2 grammes; solution à 10 % de carbonate de soude, 1 c. c.;

Pour une image noire : gélatine, 60 grammes; eau, 300 c. c.; encre de Chine liquide, 4 c. c.; gomme arabique, 1 gramme; acide acétique, 2 gouttes;

Pour une image rouge : gélatine, 15 grammes; eau, 300 c. c.; fuschine, 0gr6; gomme arabique, 1 gramme;

Pour une image jaune : gélatine, 50 grammes; eau, 300 c. c.; terre de Sienne en mélange à 25 % avec l'alcool, 20 c. c.; acide acétique, 2 gouttes.

Les plaques sont immergées dans l'un ou l'autre de ces bains pendant un temps variable; en général, il suffit de cinq à dix minutes. Les parties qui ont été exposées à la lumière prennent seules les couleurs; si les blancs se teintent, c'est que le temps de pose est dépassé; si les demi-teintes ne prennent pas la couleur, c'est que l'exposition à la lumière a été insuffisante. Au sortir du bain de teinture, on laisse sécher la plaque sans la laver; après séchage, on lave pour débarrasser de l'excès de couleur. Ce même procédé peut être employé pour obtenir des images sur papier, par exemple sur papier Wathman, que l'on humecte des deux côtés et que l'on plonge pendant quatre à cinq minutes dans une solution de 25 grammes de gélatine, 10 grammes d'alcool dans 300 c. c. d'eau; on traite l'épreuve comme si l'on avait affaire à une plaque[2], en ayant soin de prolonger la durée des lavages.

1696. Impression sur tissus. — Le coloriage des photographies obtenues sur tissu peut être effectué en utilisant les couleurs solubles à l'eau; mais la stabilité de ces matières colorantes laisse parfois beaucoup à désirer. On obtient des images plus stables en se servant des couleurs employées dans l'impression des tissus. Ces couleurs sont fixées par vaporisage, c'est-à-dire par l'action d'une température élevée et humide. Le vaporisage peut

1. *Revue suisse de photographie*, 1900, p. 264. — 2. *Ibid.*, 1900, p. 64.

être effectué en se servant d'un récipient en fer ou en cuivre de capacité assez grande, de hauteur convenable et muni d'un couvercle. On peut utiliser l'ustensile de cuisine servant à cuire les pommes de terre à la vapeur. La photographie coloriée est enroulée dans de la flanelle et fixée à l'intérieur du couvercle, on remplit d'eau aux trois quarts le récipient et l'on chauffe au bouillon pendant vingt ou trente minutes.

Les couleurs sont ainsi fixées soit par coagulation de l'albumine employée comme épaississant, soit par la formation de laques colorées, insolubles, provenant de l'élimination de l'acide qui maintenait la couleur ou la composition à l'état soluble.

L'albumine peut être employée avec tous les pigments colorés connus; il suffit d'ajouter la matière colorante à une solution de 40 grammes d'albumine sèche dans 100 c. c. d'eau. Le mélange est appliqué à l'aide de pinceaux sur le tissu à colorer; on laisse sécher, puis on vaporise.

Si la matière colorante doit former une laque, on la prépare à l'aide de gomme, de solution de matière colorante et d'acide acétique. Pour donner une solidité plus grande à cette laque, on imprègne le tissu, après le séchage et le vaporisage, d'une solution contenant de l'émétique. Par exemple, on fait dissoudre 10 grammes de tannin dans 100 c. c. d'eau de gomme chaude, quand la solution est froide, on ajoute 5 grammes d'acide acétique et 30 c. c. d'une solution de couleur d'aniline. Si l'on veut employer les couleurs d'alizarine, on remplace le mordant de tannin par l'acétate de fer, d'alumine ou de chrome. On peut obtenir une belle couleur en faisant bouillir 100 c. c. d'eau, 50 grammes d'acide acétique, 15 grammes de pâte d'alizarine à 40 %, 10 c. c. d'huile d'olive et 150 grammes d'amidon; on remue jusqu'à refroidissement, et on ajoute 10 c. c. d'acétate d'alumine à 12° B. et 10 c. c. d'acétate de calcium à 9° B; on mélange, puis on applique sur le tissu; on sèche et on vaporise. La laque formée est le résultat de la combinaison de l'acide tannique avec la matière colorante et les composés d'étain et d'antimoine. L'acide acétique conserve la matière colorante et le tannin en solution dans la couleur épaissie. Par le vaporisage, l'acide acétique est chassé; la matière colorante et le tannin se combinent pour former la laque insoluble.

Pour obtenir de bons résultats, il faut savoir manier le pinceau et les couleurs[1].

1698. Impressions sur divers supports. — Les photographies sur coquilles d'œufs peuvent être obtenues en trempant l'œuf dans une dissolution aqueuse de chlorure de sodium à la dose de 30 grammes par litre; on laisse sécher et on sensibilise les régions à utiliser à l'aide d'un pinceau imbibé d'une solution d'azotate d'argent à 10 %. Le négatif qui sert à l'impression doit être sur pellicule très souple; on le maintient en place par un morceau de velours noir percé d'une ouverture correspondant au format de l'image et qui, suivant ses dimensions, doit être noué ou lacé sur le côté opposé à l'image. Les bords de l'ouverture sont légèrement effilochés, de façon à produire le dégradé; l'exposition s'effectue à la lumière diffuse. Après insolation, l'œuf est lavé, puis viré et fixé comme les épreuves ordinaires sur papier albuminé ou salé.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 415.

1699. Camées photographiques. — Les camées photographiques peuvent être obtenus par le procédé de M. Mann[1]. Le sujet placé en face d'un fond noir est photographié de profil alors qu'il est fortement éclairé; les cheveux, les sourcils et la barbe sont complètement poudrés; on doit obtenir un négatif un peu dur. On limite ce négatif par un cache convenable pour la grandeur de la tête. On couvre une glace de deux couches épaisses de gélatine, on laisse sécher et on sensibilise dans un bain de 40 grammes de bichromate de potasse, 30 c. c. d'ammoniaque et 1 litre d'eau; on fait sécher dans l'obscurité et l'on expose au châssis-presse comme dans le procédé au charbon. Après insolation, on lave, on trempe dans l'eau légèrement glycérinée, on fait égoutter et on produit un moule en plâtre de Paris par les procédés usuels du moulage; à l'aide de ce moule, on obtient, par galvanoplastie ou par tout autre procédé, les camées de métal.

1700. Montage des photogrammes. — Avant de la coller ou de l'encadrer, on peut améliorer considérablement une épreuve par la façon dont on la coupe. Pour déterminer d'une manière précise les parties qu'il convient d'éliminer, on dispose sur l'image deux morceaux de cartons découpés en équerre que l'on déplace jusqu'à ce que l'on arrive à obtenir le meilleur effet[2].

Pour coller les épreuves sur carton mince, il convient d'employer une colle dans laquelle l'eau ne figure qu'en quantité très faible. On la prépare en faisant gonfler dans l'eau 15 grammes de gélatine blanche ordinaire du commerce; on laisse en contact pendant vingt-quatre heures, puis on rejette l'eau à l'exception de 10 à 15 c. c., et on verse la gélatine avec le résidu d'eau dans un pot à colle ordinaire que l'on met sur le feu au bain-marie. Quand tout est fondu, on ajoute peu à peu 185 c. c. d'alcool en agitant avec une baguette de verre à une température modérée, on verse dans un flacon à large ouverture muni d'un bouchon préalablement frotté avec un peu de paraffine pour empêcher l'adhérence avec le col de la bouteille. Il suffit de faire tiédir cette colle pour qu'elle soit prête à l'emploi; elle se sèche très vite.

S'il s'agit de préparer une colle à l'amidon, on délaie 10 grammes d'amidon avec 30 c. c. de petit-lait obtenu en précipitant le lait par quelques gouttes d'acide chlorhydrique et neutralisant toute trace d'acide par le carbonate de soude. On fait bouillir 70 c. c. de petit-lait, on les verse sur l'émulsion d'amidon et de petit-lait, on chauffe au bain-marie à l'ébullition, et, lorsque le mélange devient transparent, on le retire du feu. Pour assurer la conservation du produit, il convient d'ajouter quelques gouttes d'essence de gérofle ou quelques gouttes d'essence alcoolique de thymol[3].

MM. Derepas frères[4] ont construit un appareil permettant de monter rapidement à sec les photogrammes. Par ce moyen, on évite les déformations dues à l'allongement des papiers photographiques mouillés; le gondolage des supports ne se produit plus, et l'altération ultérieure, du fait de la décomposition de la colle, n'est plus à redouter.

1. *British Journal of Photography*, 13 mai 1898. — 2. *Photo-Gazette*, 1898, p. 173. — 3. *Revue suisse de photographie*, 1900. — 4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 265.

Le mode opératoire consiste à fixer l'épreuve à l'état sec au moyen d'un adhésif pelliculaire interposé entre l'épreuve et son support, et de comprimer le tout sous une machine fournissant à chaud une certaine pression; grâce à ce procédé, on peut monter sur toutes sortes de supports les photogrammes obtenus par les moyens les plus divers. Les photogrammes peuvent être décollés rapidement et abandonner au support la pellicule adhésive.

On a depuis longtemps préconisé l'emploi de la gutta-percha en feuilles minces, du caoutchouc dissous dans la benzine, etc., pour atteindre ce résultat; on a renoncé à ces procédés, car, sous l'influence du temps, ces substances deviennent friables et les épreuves se décollent spontanément.

La conservation des épreuves est augmentée si on les vernit. On peut obtenir un bon vernis en faisant bouillir pendant plusieurs heures 200 grammes de gomme laque blanche dans 1 litre d'une solution de borax à 8 %; on remplace plusieurs fois l'eau qui s'évapore. Après refroidissement, on ajoute au vernis 200 c. c. d'alcool. C'est surtout avec les photogrammes obtenus sur papier au bromure d'argent que ce vernis donne de bons résultats[1].

Les titres, mention du sujet représenté, signatures, etc., s'impriment souvent en même temps que le photogramme. On obtient ce résultat (p. 259) en imprimant ou écrivant sur papier ordinaire à l'aide d'encre à multicopies : cette encre est une dissolution très concentrée d'une couleur d'aniline dans un mélange de glycérine et d'eau; on fait ensuite un report du titre à imprimer sur une petite bande de gélatine pelliculaire, bande que l'on colle sur le négatif avec un peu de gomme; quand la couleur a disparu sous l'influence de la lumière, on remplace cette feuille de gélatine par une nouvelle bande portant la même impression.

La couleur des cartons sur lesquels on monte les photogrammes a une très grande importance. La marge blanche fait valoir l'intensité du ton d'un paysage avec ciel crépusculaire, auquel une marge teintée luttant avec les demi-teintes de l'original donnerait un aspect très mou. Par contre, un croquis de tonalité très claire sera noyé dans une marge blanche et produirait son plein effet dans une marge teintée, très large, entourée d'une bordure étoffée. Un dessin de très petit format peut supporter une marge égale, double ou même quadruple de ses propres dimensions; mais les marges sont légèrement plus larges en bas qu'en haut. Il faut faire exprimer aux clairs et aux ombres de l'œuvre encadrée leur maximum d'effet; le mieux sera donc chaque fois, avant de procéder au montage d'une photographie, d'effectuer quelques essais en portant successivement l'épreuve sur quelques cartons de diverses tonalités.

1. *Revue suisse de photographie*, 1900, p. 37.

CHAPITRE III

IMPRESSIONS PHOTOMÉCANIQUES.

§ 1. — PHOTOCOLLOGRAPHIE.

1701. Supports métalliques. — L'emploi des plaques de cuivre ou de zinc comme support de la couche de gélatine bichromatée permet d'éviter le bris des glaces qu'emploient presque tous les opérateurs; de plus, avec les plaques métalliques, on peut utiliser la plupart des presses d'imprimerie, surtout si le tirage se fait l'*œil en dessous*, c'est-à-dire la surface gélatinée appliquée contre le papier préalablement posé sur le marbre revêtu du foulage nécessaire.

Les plaques métalliques doivent être grainées à la poudre d'émeri, puis rincées à l'eau claire. Si l'on utilise le zinc ou le cuivre, on termine le lavage à l'aide d'un chiffon propre imbibé d'eau et d'ammoniaque à parties égales. Quand les plaques sont sèches, on les recouvre d'une dissolution de 7 grammes de tannin dans 1 litre d'eau saturée à froid d'acide gallique, on étend ce liquide sur les plaques à l'aide d'une éponge bien propre et on fait sécher sur un égouttoir. Cette couche de tannin durcit la gélatine et empêche les soulèvements.

Lorsque les plaques sont sèches, on les recouvre de la mixtion bichromatée, on les fait sécher à l'étuve, on les insole et on les imprime d'après les procédés usuels.

D'après les recherches faites à l'Institut d'enseignement et de recherches photographiques à Vienne, les feuilles d'aluminium utilisées en lithographie peuvent être d'un emploi avantageux dans les procédés photomécaniques; l'épaisseur des plaques d'aluminium doit être celle d'un bon carton simple.

La mixtion à la bière, préconisée par Albert, de Munich, s'étend tout aussi bien sur l'aluminium que sur le verre dépoli. La couche de gélatine est très adhérente à son support pendant toute la série des manipulations, et il est inutile d'employer une couche préliminaire. La plaque de métal recouverte de gélatine bichromatée est séchée à l'étuve sur un verre plan; elle reste plane. Les plaques de grand format, qui ne reposent pas également sur le support de verre, ne présentent pas une couche aussi régulière, mais elles ne sont courbées ni par l'humidité de la préparation, ni par la température de l'étuve. On doit éviter de mettre ces plaques au contact d'acide chlorhydrique, de dissolution de soude, potasse, etc., qui les attaqueraient fortement.

1702. Emploi de l'érythrosine. — La sensibilité des préparations à la gélatine bichromatée peut être augmentée si l'on colore la pellicule sensible avec une solution d'érythrosine; il suffit pour cela de faire tremper la plaque dans une solution d'érythrosine, opération que l'on effectue après séchage de la couche de gélatine. Une plaque ainsi teintée fournit en une heure et demie l'image que la plaque ordinaire ne peut fournir qu'en deux jours.

La gélatine bichromatée n'est pas la seule substance dont la sensibilité soit ainsi modifiée; les mêmes résultats ont été constatés sur les préparations à l'albumine ou à la gélatine bichromatées pour les procédés de photolithographie et de photogravure.

L'exposition à la lumière pendant les sombres journées d'hiver peut être grandement abrégée grâce à l'emploi de l'érythrosine.

§ 2. — Phototypographie.

1703. Matériel. — Le matériel destiné à la production d'épreuves phototypographiques doit présenter une stabilité et une précision que l'on rencontre rarement dans les appareils usuels. C'est surtout lorsqu'il s'agit d'obtenir des négatifs destinés au procédé trichrome que l'on doit utiliser les appareils les plus précis. La perpendicularité de la glace dépolie et de l'axe de l'objectif est assurée par la largeur de la base du cadre arrière de la chambre noire; ce cadre et la partie antérieure de l'appareil peuvent coulisser sur des glissières en bronze qui permettent d'éviter le défaut de parallélisme existant entre l'avant et l'arrière de la chambre noire.

M. Lévy a construit de nouveaux réseaux[1] ou écrans tramés permettant d'exécuter un négatif tramé sur plaque sèche à la gélatine ayant à peu près les mêmes qualités que les meilleurs négatifs sur collodion humide pouvant être obtenus avec un réseau à lignes croisées. Ce réseau peut être exécuté de diverses manières, soit à l'aide de la photographie en traçant des lignes opaques sur fond transparent, soit en traçant des lignes transparentes sur fond opaque.

M. Gravier[2] a indiqué plusieurs procédés permettant d'obtenir des trames pour la phototypographie. On peut tracer sur pierre ou sur verre un réseau de lignes parallèles inclinées à 45°; on tire à la presse lithographique, sur papier couché et gommé, des épreuves que l'on poudre, on coule à la surface une couche de collodion à 1 %, on reporte sur un verre talqué et on détache le papier dans la même cuvette remplie d'eau qui a été utilisée pour le report. La pellicule de collodion, lorsqu'elle est sèche, est détachée du verre, mais auparavant on l'a consolidée soit en coulant de la gélatine à sa surface, soit en l'appliquant contre une feuille de gélatine. Ce procédé est coûteux.

L'emploi de feuilles de métal ou de carton perforé est plus économique; mais on reproche à ces perforations le grand écartement des points et leur grosseur. On ne peut, en effet, descendre à un diamètre inférieur à $0^{mm}4$;

1. *British Journal of Photography*, 1898. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 320.

c'est seulement lorsqu'il s'agit de très grandes épreuves, telles que les affiches par exemple, que l'on obtient de bons résultats par l'emploi de ces cartons.

On peut aussi obtenir un réseau quadrillé en photographiant des étoffes quadrillées en noir et blanc. En tirant un peu l'étoffe, on obtient un quadrillage différent qui peut être utilisé pour éviter le moirage des impressions polychromes.

Les écrans à pointillé irrégulier peuvent être obtenus en projetant sur une surface recouverte d'un corps isolant, puis d'une substance poisseuse, une poudre fine, soit à l'aide d'un tamis, d'un pulvérisateur ou de la boîte à grainer. Un pointillé du même genre peut être obtenu en encrant une surface grenue et, à l'aide de papier gélatiné ou gommé, reportant l'impression sur feuille de gélatine transparente ou bien tirant sur la gélatine directement. Tous ces écrans à pointillé irrégulier n'ont pu donner des résultats aussi parfaits que ceux obtenus par l'emploi des écrans lignés régulièrement.

Les meilleurs écrans sont fabriqués en traçant à la machine des lignes très fines et régulièrement espacées. Ces lignes sont tracées dans une couche de vernis spécial étendu sur verre; elles doivent être tracées assez légèrement pour atteindre le verre sans l'attaquer. On grave ensuite ce dernier par l'action de l'acide fluorhydrique, on enlève la couche de vernis, puis on bouche les cannelures à l'aide d'un vernis noir spécial. Pour obtenir un quadrillé, on croise deux verres lignés; on les maintient en place en les cimentant sur leurs bords.

Par l'emploi des trames placées à distance de la surface sensible, on constate que l'impression lumineuse s'épanouit elle-même dans les grandes lumières et se rétrécit dans les ombres jusqu'à former de petits points. Cet épanouissement et ce rétrécissement de la lumière sont dus à des phénomènes de diffraction, d'après M. Colson. Pour M. Ch. Féry le rôle de la diffraction est tout à fait négligeable dans les conditions pratiques de l'emploi des trames [1].

L'interposition du réseau devant la plaque sensible augmente la durée du temps de pose de trois à cinq fois. La distance à laquelle la trame ou réseau doit se trouver de la surface sensible est variable. M. Gravier [1] a indiqué la production d'une croix noire comme permettant un procédé pratique de mise en place de la trame.

Les réseaux utilisés forment des ouvertures dont le diamètre varie de 1/25e à 1/5e de millimètre. En désignant par d la distance à laquelle le réseau devra être placé par rapport à la surface sensible pour obtenir la croix noire, par a la largeur des traits transparents en fractions de millimètres, par n le nombre de fois que le diamètre du diaphragme est compris dans la distance (variable suivant la réduction) de ce diaphragme à la plaque sensible, M. Colson [2] a fait connaître la formule suivante :

$$d = (15 + 50\ a)\ \frac{n}{100}\ .$$

1. *Congrès des Sociétés savantes à la Sorbonne*, 1898. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1er juillet 1897.

La production de la croix noire est due à un phénomène de diffraction. Si l'on éloigne le réseau de la surface sensible, on constate, en faisant la mise au point, qu'il se produit une croix blanche : les parties claires deviennent alors trop larges et de plus la limite entre les clairs et les noirs devient indécise, ce qui est une mauvaise condition pour la reproduction des noirs et des blancs. Si l'on rapproche le réseau de façon à produire une croix noire bien apparente, la distance est trop faible et les séparations sombres ne sont pas suffisamment rongées; il est préférable d'écarter un peu plus le réseau et de choisir la position pour laquelle la croix noire tend à disparaître. L'action du réseau est ainsi utilisée le mieux possible. Il y aura intérêt à se rapprocher de la croix noire lorsque la lumière sera forte parce qu'alors les lignes de cette croix et les séparations seront facilement rongées; on prendra alors la moitié des distances données par la formule précédente, qui devient ainsi :

$$d = (15 + 50\ a)\ \frac{n}{200}.$$

Si l'on emploie un diaphragme carré, orienté de façon que ses diagonales soient perpendiculaires aux traits du réseau, on prendra dans les formules ci-dessus la longueur de la diagonale du carré pour largeur du diaphragme.

M. C. Féry attribue à la diffraction un rôle tout à fait secondaire pour la formation du point, l'irradiation étant le phénomène principal. En désignant par K le rapport qui existe entre l'ombre et la pénombre (avant que deux pénombres opposées ne soient réunies), par e l'écart de la trame, F le foyer principal de l'objectif, G le rapport des distances du modèle et de l'image de l'objectif, par α la largeur d'une maille du réseau, par D le diamètre du diaphragme, on aura :

$$e = K\ \frac{\alpha}{D}\ F\ (G + 1).$$

La constante K ne peut être déterminée théoriquement. Pour trouver rapidement la distance qui donne le résultat cherché, l'un des meilleurs systèmes consiste à faire une épreuve d'essai en mettant dans le châssis des cales différentes aux deux côtés opposés de la glace. On trouvera facilement à la loupe le meilleur point de l'épreuve et l'on en déduira la valeur de l'écart à observer dans ces conditions, ce qui détermine K. On obtient alors, tant qu'on ne change pas la nature de la surface sensible, la valeur de e pour des conditions quelconques [1].

M. G.-H. James a proposé de remplacer les écrans tramés par une série de points qu'il produit en projetant sur une glace de la couleur dans un grand état de division. Il obtient ce résultat en se servant de l'appareil connu sous le nom d'*air brush* (pinceau à air) qui constitue une variété de pulvérisateur. Pendant l'exposition, l'écran est placé au contact du négatif; par l'interposition de cet écran la durée du temps de pose est le double de ce qu'elle serait en son absence [2].

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1er juillet 1897. — 2. *Photographic Journal*, 30 avril 1897.

M. Cronenberg se sert de la photocollographie pour la production du grain. Il établit une planche photocollographique par les procédés ordinaires; quand il a obtenu une bonne impression avec le grain désiré, il imprime à l'encre lithographique une épreuve sur papier de report; cette épreuve est reportée sur une plaque de cuivre et séchée; on chauffe fortement la plaque et on laisse refroidir : la morsure se fait dans un bain de perchlorure de fer[1].

1704. Procédés opératoires. — La production d'images phototypographiques comprend trois phases : 1° préparation du phototype ; 2° obtention du cliché ou planche typographique ; 3° impression de ce cliché.

La première phase (B **1464**) ne présente rien de particulier si ce n'est l'interposition de l'écran tramé entre la plaque sensible et l'objectif.

Le procédé le plus employé pour transformer le phototype en cliché consiste à utiliser le procédé émail. On étend sur une plaque de cuivre une mixtion à la gélatine bichromatée, on expose à la lumière sous le phototype négatif tramé, on chauffe fortement la plaque de façon à produire un commencement de carbonisation des matières organiques et on fait mordre soit par l'acide azotique, soit par le perchlorure de fer : on obtient ainsi un cliché typographique. La mixtion suivante peut être employée soit sur le cuivre, soit sur le zinc bien décapés : eau, 960 c. c.; colle de poisson, 960 grammes; albumine d'œufs, 480 c. c.; bichromate d'ammonium, 60 grammes; acide chromique, 10 grammes; ammoniaque liquide, 128 c. c.; le mélange doit être fait dans l'ordre indiqué. On étend cette mixtion en couches minces sur plaque de cuivre ou de zinc, on fait sécher, et après insolation, on chauffe jusqu'à ce que la couche soit devenue brune, on laisse refroidir et on fait mordre par le perchlorure de fer, on nettoie la planche qui peut alors être livrée à l'impression[2].

Warnerke[3] a fait connaître un procédé basé sur la propriété que présente la couche d'émulsion à la gélatine de devenir insoluble à l'eau chaude dans les parties exposées à la lumière et soumises à un traitement spécial. La surface sensible que l'on emploie au contact du négatif est une feuille de papier fort, très unie, recouverte d'abord d'une couche de gélatine très soluble, suivie de deux couches de l'émulsion au gélatino-chlorure d'argent. Le négatif tramé qui permettra de produire le cliché doit être bordé de marges opaques comme s'il s'agissait d'imprimer par le procédé au charbon. Le temps de pose à la lumière du jour varie de une à vingt secondes. On développe à l'aide de deux dissolutions : A) eau, 100 c. c.; acide pyrogallique, 10 grammes; acide citrique, 1 gramme; B) eau, 100 c. c.; ammoniaque liquide, 12 c. c.; bromure de potassium, 4 grammes. Ces deux solutions se conservent pendant un temps assez long. Pour développer on emploie 10 gouttes de A), 14 gouttes de B) et 45 c. c. d'eau. Après le développement, on lave dans une eau très légèrement acidifiée pour neutraliser les dernières traces d'ammoniaque; on ne fixe pas. Pour transporter l'image sur la plaque de cuivre, on la place en contact avec la surface bien décapée en opérant sous l'eau dont on chasse l'excès à l'aide d'une raclette de caout-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 155. — 2. *The Photographic Journal*, mai 1896. — 3. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1897, p. 693.

chouc, on laisse agir pendant cinq à quinze minutes, puis on plonge la plaque portant l'image dans une cuvette d'eau chauffée à la température de 30° C. La couche de gélatine qui est au contact du papier commence à se dissoudre ; on soulève le papier, et en agitant la plaque, la retirant et la replongeant dans l'eau, on la débarrasse de tout excès de gélatine. On termine le dépouillement en versant sur la surface de la plaque un mélange fait à parties égales d'alcool et d'eau en tenant la plaque légèrement inclinée. Ce mélange chasse l'excès d'eau et ce qui reste de l'émulsion soluble. Si l'eau est trop chaude, il se produit des ampoules et la couche se soulève. L'image formée de gélatine et d'argent doit être complètement séchée, ce qui nécessite au moins dix heures; on fait mordre ensuite par le perchlorure de fer après avoir fait au pinceau et à l'asphalte toutes les retouches nécessaires. Le revers de la plaque doit être protégé par un vernis à la gomme laque et à la cire dans l'alcool. Quand la morsure est terminée, on lave avec de l'eau froide et on frotte avec une brosse et du blanc d'Espagne pour enlever la gélatine et le dépôt qui s'est formé dans les parties attaquées. La solution de potasse caustique facilite le nettoyage de ce cliché sur cuivre.

M. Obernetter a indiqué le procédé suivant pour obtenir les clichés phototypographiques. On expose une plaque au gélatino-bromure comme s'il s'agissait d'obtenir un négatif, et après cette opération, on donne le grain par une nouvelle exposition sous un réseau ; on développe. Après fixage et lavage, l'argent de la couche est converti en chlorure d'argent par un procédé quelconque; cette couche est placée toute humide au contact d'une plaque de zinc planée et polie ; le métal est gravé graduellement par l'action du chlorure d'argent. Cette action est encore plus rapide si le papier a été imprégné d'une solution de chlorure de zinc. Si l'on utilise une plaque de cuivre pour former le bloc typographique, il convient d'aider à l'action par un courant électrique ; dans ce cas, la couche négative doit être enlevée du verre et transportée sur la plaque métallique communiquant par l'envers avec une surface conductrice. Le fil positif de la pile est relié au métal à graver et le pôle négatif avec la surface conductrice au dos de la couche.

Le bitume de Judée soumis à une très longue exposition à la lumière devient soluble dans l'alcool et même dans l'eau. M. Alberini a basé sur ce fait la pratique d'un procédé qui permet d'imprimer d'un positif original, obtenu par impression directe, un cliché positif sur zinc pouvant être tiré typographiquement. La plaque de zinc polie et nettoyée de la façon habituelle est recouverte d'une solution de 70 grammes de bitume dans 1 litre de benzine, on laisse sécher et on insole sous un positif : l'insolation est prolongée pendant deux à six heures au soleil, le châssis-presse étant placé de façon à recevoir obliquement l'action des rayons solaires. Après exposition, la plaque est placée dans une cuvette contenant de l'alcool à 40°, on frotte la surface avec un tampon de coton renouvelé fréquemment jusqu'à ce que l'image apparaisse nettement à la surface du zinc; le bitume enlevé forme une fine poudre qui est entraînée par le tampon de coton. Après développement, on lave à l'eau sous un robinet jusqu'à ce que toutes les veines liquides aient disparu, et l'on procède à la gravure dans une cuve contenant la solution acide pour morsure; la gravure étant terminée, on imprime par les procédés usuels.

1705. Reproductions d'images au trait. — On peut obtenir des reproductions d'images au trait sans se servir de chambre noire[1]. Une glace parfaitement nettoyée est recouverte dans l'obscurité d'un mélange de 3 grammes de bichromate d'ammoniaque, 2 c. c. de blancs d'œufs et 78 c. c. d'eau qu'on additionne d'ammoniaque en quantité suffisante pour que l'on puisse percevoir son odeur; on filtre. On nettoie une glace, on la recouvre d'une couche de cette mixtion, on laisse égoutter, on recouvre d'une nouvelle couche et l'on fait sécher en promenant la glace au-dessus de la flamme d'une lampe à alcool; la couche sèche doit être aussi brillante que la glace; on expose à la lumière sous un dessin ou sous une gravure. La durée de l'insolation varie d'une demi-heure à une heure et demie, suivant l'épaisseur du papier. Après insolation, on recouvre la glace dans le cabinet noir avec un mélange de 1 partie de cire blanche, 4 parties de térébenthine de Venise et 36 parties de benzine, on ajoute à ce liquide une quantité de bitume suffisante pour obtenir une couleur brun foncé, on filtre plusieurs fois ce mélange au travers d'une mousseline avant de l'employer, on en recouvre la glace insolée, on fait égoutter : la glace devient poisseuse. On la saupoudre avec de la plombagine en poudre. Sans sortir du laboratoire obscur, on la plonge dans une cuvette pleine d'eau froide où on l'abandonne pendant une demi-heure au moins et une heure et demie au plus; on la frotte ensuite avec une éponge douce ou un tampon de coton en rame : toutes les parties non insolées sont entraînées et l'on obtient un bon négatif. Si au lieu de verre on utilise une feuille de zinc, on peut graver la plaque avec une solution de 50 grammes de perchlorure de fer dans 100 c. c. d'alcool.

1706. Morsure par pulvérisation. — Au lieu d'immerger la planche à graver dans un bain acide, M. Lévy la fait mordre par pulvérisation. Dans ce but, la planche est supportée, face en dessous, à la partie supérieure d'une caisse étanche et soumise à l'action d'un jet ascendant d'acide envoyé en fines gouttelettes par un pulvérisateur à air comprimé. Chaque portion de l'acide, après contact avec la planche, retombe aussitôt sans risquer de produire dans le creux des érosions latérales qui se forment infailliblement dans le procédé de morsure au bain si l'on ne prend certaines précautions spéciales qui allongent la durée de l'opération. La détente de l'air comprimé empêche tout échauffement du fait de l'attaque du métal. Il suffit d'employer de l'acide azotique dilué marquant 10° à l'aréomètre de Baumé et de prolonger l'attaque pendant quatre à six minutes[2].

1707. Teinte de fonds. — On utilise quelquefois pour constituer la teinte de fonds des phototypogravures une encre chamois clair à base de céruse. Cette encre s'altère assez rapidement sous l'influence des vapeurs d'hydrogène sulfuré; la céruse noircit et fait disparaître à peu près complètement l'image photographique. Comme l'a fait observer M. Clerc[3], on doit rejeter absolument l'emploi de la céruse soit pour établir ces teintes de fond, soit pour les cartons utilisés au montage des photocopies.

1. *British Journal of Photography*, 20 août 1897. — 2. *Camera obscura*, t. I, p. 19. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 183.

§ 3. — Photolithographie.

1708. Reproduction de dessins au trait. — On peut obtenir facilement des reproductions de dessins au trait par le procédé suivant[1] : on imprime une photocopie sur papier au gélatino-bromure ou gélatino-chlorure; lorsque le dessin est suffisamment visible, on suit à l'encre de Chine, avec une plume, les contours de l'image et les lignes principales; quand le dessin est achevé, on trempe l'épreuve dans la solution suivante : alcool, 100 c. c.; eau, 50 c. c.; bichlorure de mercure, 10 grammes; l'image photographique blanchit complètement en laissant intact le dessin fait à l'encre; on lave, on fait sécher et l'image peut servir pour le graveur. En employant l'encre autographique, on peut en obtenir des images photolithographiques. On peut aussi faire disparaître l'image sans attaquer le dessin en employant un mélange de 1 partie de solution alcoolique saturée d'iode et 2 parties de solution aqueuse saturée de cyanure de potassium. Le procédé consiste donc à faire disparaître l'image par un réactif énergique qui n'attaque pas l'encre[2].

Quand le dessin doit être fait avec de l'encre de report lithographique, il convient d'opérer de la façon suivante : on recouvre l'épreuve photographique avec une mixtion préparée en faisant bouillir pendant cinq minutes un mélange de 250 c. c. d'eau, 50 grammes d'amidon de maïs et 50 grammes de glycérine; on étend cette préparation encore chaude en opérant comme si l'on voulait vernir l'épreuve; après séchage, on dessine sur cette épreuve avec de l'encre lithographique liquide. Le dessin est alors décalqué sur zinc ou sur pierre et l'on fait imprimer lithographiquement. Si l'on veut imprimer en lithographie, on décalque sur zinc épais, on fait mordre par les procédés usuels et on obtient un relief très net. M. Hascher[3] a recommandé l'application de ce procédé pour la séparation des couleurs : successivement, l'artiste dessine le trait, puis on fait le décalque. L'épreuve n'est en rien endommagée par le procédé; on passe de nouveau l'encollage sur l'épreuve, on laisse sécher, puis on dessine au pinceau et à la plume les parties qui doivent venir en rouge par exemple. On opère de même pour le jaune et le bleu; de cette façon, en quelques heures, il est possible d'obtenir une chromophototypographie.

§ 4. — Photoglyptographie.

1709. Gravure sur cuivre. — Une plaque de cuivre bien planée, polie, est décapée et imbibée d'une solution de 220 grammes de sel marin, 20 c. c, d'acide azotique et 1 litre d'eau; on imprime une image négative sur papier salé. Cette image très vigoureuse est fixée et lavée comme d'habitude; on l'applique alors sur la plaque de cuivre, le verso du papier est humecté de la solution d'acide azotique et de sel marin, on couvre le tout d'une feuille de papier Joseph et l'on met sous presse pendant un quart

1. *Practical photographer*, n° 8. — 2. *Photo-Gazette*, 25 février 1898. — 3. *Ibid.*, 25 nov. 1897.

d'heure; l'épreuve doit être constamment humide; on enlève le papier et l'on constate qu'une image formée d'argent métallique se trouve à la surface du cuivre. On introduit la plaque dans un bain formé d'un mélange d'eau et d'ammoniaque à 2 %; quand la solution se colore en bleu, on retire la plaque, on la lave et on la laisse sécher spontanément. La morsure peut être faite soit à l'eau régale, soit au perchlorure de fer[1].

M. Valenta a recommandé l'emploi du persulfate de fer en place du perchlorure pour graver le cuivre ou le zinc. Ce composé fournit des surfaces claires, blanches, exemptes de dépôt, ce qui n'a pas lieu avec le perchlorure; celui-ci produit un chlorure cuivreux insoluble qui nuit à l'uniformité de la gravure. Le persulfate de fer agit très lentement, ce qui constitue un avantage dans la pratique. On n'est pas obligé, comme avec le perchlorure, de nettoyer la surface du bloc gravé au moyen d'une solution diluée de cyanure de potassium, afin de procéder aux retouches nécessaires. Ce cyanure de potassium, d'un maniement dangereux, enlève les plus fines granulations de l'image dans le procédé émail si on le laisse agir trop longtemps; le persulfate de fer est donc d'un emploi avantageux[2].

Dans le procédé de gravure avec grain à l'asphalte, une planche de cuivre polie est recouverte d'un grain d'asphalte qu'on chauffe ensuite jusqu'à coloration violette de la plaque; on reporte sur cette planche une épreuve au charbon, on sèche à l'alcool, puis on procède à la morsure dans le perchlorure de fer à différents degrés. Pendant la morsure du troisième bain, on voit souvent se former dans les parties les plus mordues des trous affectant la forme d'étoiles de grandeurs différentes, étoiles qui se creusent de plus en plus au fur et à mesure de la morsure et qui arrivent à atteindre un creux quelquefois considérable. M. Braun a montré que ces étoiles provenaient de l'oxydation superficielle du cuivre et qu'on les évitait en employant du cuivre très dur, un grain de colophane, au lieu du grain d'asphalte, et un papier au charbon conservé dans un endroit toujours bien sec.

1710. Modifications au procédé Woodbury. — La planche en plomb utilisée dans le procédé Woodbury peut être remplacée par une simple couche de gélatine bichromatée[3]. Cette couche étendue sur verre est séchée, puis insolée, dépouillée et immergée dans l'eau pour éliminer le bichromate de potasse. Afin que les mixtions colorées n'adhèrent pas à la planche, on graisse celle-ci en l'immergeant pendant longtemps dans l'eau de savon; on la plonge ensuite dans une solution d'alun de chrome ou d'un acide. Ce graissage n'a pas, comme dans le cas de la planche métallique, à être renouvelé à chaque tirage, ce qui permet d'augmenter la rapidité de l'impression.

On a proposé d'obtenir les négatifs à grain pour photoglyptographie en ajoutant du sulfate de baryte et du carbonate de lithium à l'émulsion ordinaire. Le négatif est obtenu directement sans recourir à un réseau et développé comme d'habitude; la gravure s'opère de la façon usuelle. Le grain se trouvant déjà dans l'émulsion, le négatif propre à la gravure à demi-teintes peut s'obtenir directement sur nature[4].

1. *Anthony's Photographic Bulletin*, 1899, n° 2. — 2. *British Journal of Photography*, 16 juillet 1897. — 3. *La Photographie*, 1900, p. 111. — 4. *Moniteur de la photographie*, 1er nov. 1896.

§ 5. — Photochromographie par procédés mécaniques.

1711. Matériel. — Le procédé trichrome utilise trois négatifs exécutés sur plaque convenablement préparées recevant la lumière qui a traversé les écrans colorés chargés de faire les sélections.

Il est indispensable que les plaques soient revêtues d'un anti-halo permettant d'éviter toute réflexion nuisible au dos de la plaque.

Les objectifs destinés à la photographie par procédé trichrome doivent être achromatisés aussi exactement que possible. Les bons opticiens (Français, Krauss, Lacour, Voigtlaender, etc.) construisent des objectifs apochromatiques permettant la même mise au point et par suite la même grandeur d'image *nette* quel que soit l'écran coloré employé. Ces écrans colorés se placent le plus souvent derrière l'objectif, dans une boîte spécialement disposée à cet effet et comportant une glissière où chacun des écrans vient se loger à son tour. Si les écrans ne sont pas à faces planes et parallèles, il est impossible d'obtenir un repérage exact. Un objectif destiné à la production de clichés pour chromophotographie peut être essayé de la manière suivante : on met au point, sans écran, sur un numéro du test-focimètre, on interpose l'écran à essayer et l'on examine si la netteté des traits les plus fins est conservée sur le même numéro du test-focimètre. Peu d'objectifs sont susceptibles de supporter cet essai si l'écran employé est à faces rigoureusement parallèles. Bien des opérateurs préfèrent utiliser des glaces minces à faces parallèles que l'on place dans le châssis au contact de la plaque sensible. Dans ces conditions, les trois châssis sont déposés sur un même chariot multiplicateur permettant d'effectuer très rapidement le changement de plaques; grâce à ce dispositif, la durée totale des opérations nécessaires pour la pose des trois plaques est inférieure à 10 secondes par une belle lumière et en utilisant un objectif lumineux.

M. Klerjot[1] prépare les écrans colorés en coulant sur des glaces des vernis colorés associés de façon à obtenir les trois couleurs complémentaires de celles qui serviront au tirage des trois planches. Chacun des écrans est composé de deux glaces collées au baume du Canada : pour l'écran vert, l'une des glaces est recouverte d'un vernis jaune; pour l'écran violet, l'une est bleue lumière et l'autre violet pensée. Les plaques qui doivent servir avec les écrans vert et violet sont rendues orthochromatiques à l'aide de la solution suivante : eau, 1,000 c. c.; éosine jaune, 0gr5; alcool à 90°, 100 c. c.; ammoniaque, 100 c. c. Celles qui doivent servir avec l'écran orangé sont traitées par la solution précédente à laquelle on ajoute 0gr5 d'aurine. Les plaques ordinaires du commerce séjournent cinq minutes dans ces divers bains, puis sont mises à sécher dans une obscurité complète. On peut, d'ailleurs, préparer ces écrans d'après le procédé de MM. Lumière pour la photographie des couleurs par superposition d'images monochromes, procédé que nous décrirons plus loin.

Quand les écrans colorés doivent être placés au contact de la plaque sensible, on peut se servir de plaques au gélatino-bromure du commerce dont

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1887, p. 45.

on dissout le bromure d'argent par l'hyposulfite de soude. On lave ces plaques, on les fait sécher et on les plonge dans les dissolutions de matière colorante; par exemple, on obtiendra l'écran jaune en plongeant la plaque dans une dissolution aqueuse à 1 % d'acide picrique, dissolution à laquelle on aura ajouté assez d'ammoniaque pour que l'odeur en soit nettement perceptible. Après une immersion suffisamment plongée, on lave légèrement et on abandonne la plaque à la dessiccation.

Les cuvettes à faces parallèles sont difficiles à construire, et lorsqu'elles sont de dimensions un peu grandes, il devient difficile de conserver la planéité des faces : ces cuvettes s'emploient au contact de l'objectif. On peut construire assez facilement de grandes cuvettes à faces parallèles quand elles doivent être employées au contact de la plaque sensible; dans ce cas, on se sert de glaces extra-minces, aussi planes que possible, que l'on trouve dans le commerce. A l'aide de ces glaces et d'un cadre en bois enduit de celluloïd, on forme une cuvette verticale de faible épaisseur que l'on peut placer dans la chambre noire à peu de distance du châssis; dans le cadre et sur ses bords, on ménage une petite ouverture circulaire de diamètre suffisant pour permettre l'introduction d'une pipette servant à verser les liquides ou à laver la cuvette.

Dans les procédés d'impression en trois couleurs, il arrive souvent que l'emploi de la trame entraîne un léger alourdissement des teintes, inconvénient qui est négligeable la plupart du temps et qui n'a de réelle importance que pour les reproductions photomicrographiques; la substitution d'un grain de résine très fin à la trame constitue une des solutions du problème.

1712. Procédés opératoires. — Les impressions en trois couleurs se font le plus souvent en obtenant d'un sujet coloré quelconque trois négatifs : les plaques sont sensibilisées de façon différente et exposées derrière les écrans colorés. De ces trois négatifs, on établit trois positifs, soit par contact, soit à la chambre noire. Ces derniers sont soigneusement retouchés et on les reproduit soit avec des réseaux différents, soit avec le même réseau dont on fait varier l'inclinaison des lignes; on obtient ainsi les trois négatifs tramés qui servent à l'impression sur métal avec encre monochrome, d'après les procédés usuels.

M. Cronenberg[1] imprime sur planches photocollographiques les trois négatifs correspondant à chacune des couleurs. Les planches photocollographiques doivent posséder un grain convenable. L'impression obtenue est alors directement transportée sur métal, retouchée et mordue; la retouche est grandement facilitée par l'irrégularité du grain.

Le travail d'impression en trois couleurs est délicat; il exige une bonne machine, un conducteur soigneux, des couleurs douces et très intenses : enfin, un papier convenable.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 183.

BIBLIOGRAPHIE.

ALLGEYER (J.). *Handbuch uber das Lichtdruck verfahren.*
BALAGNY. *La photocollographie.*
BEHRENS (F.). *Der Gummidruck.*
BELIN (Ed.). *Manuel pratique de photographie au charbon.*
COLSON (R.). *Les papiers photographiques au charbon.*
COURRÈGES (A.). *La retouche du cliché.*
— *Impression des épreuves sur papier.*
CRONENBERG (W.). *La pratique de la photographie américaine.*
DARBY (P.). *La photographie au charbon.*
DUCOS DU HAURON. *La triplice photographique des couleurs et l'imprimerie. — La photographie indirecte des couleurs.*
EDER (Dr J.-M.). *Die photographischen Copirverfahren.*
FINATON (Ch.). *Les papiers collodionnés à pellicule transférable.*
GŒDIKE (J.). *Der Gummidruck.*
HESSE (F.). *La chromolithographie et la photochromolithographie.*
HORSLEY-HINTON (A.). *La platinotypie.*
LAYNAUD (L.). *La phototypie pour tous..*
LIESEGANG (Dr E.-P.). *Der Kohle-Druck.*
— *Le développement des papiers photographiques.*
— *Chlorsilber Schvelldruckpapier.*
MASKELL (A.) et DEMACHY (R.). *Le procédé à la gomme bichromatée ou photo-aquateinte.*
MANLY. *Ozotype.*
NAUDET (G.). *La photocollographie sur supports souples.*
— *La gomme bichromatée.*
NIEWENGLOWSKI (G.-H.). *Impressions artistiques des épreuves positives.*
RIS-PAQUOT. *Les clichés sur zinc en demi-teintes.*
SCHILTZ. *Manuel d'héliogravure en taille-douce.*
SCAWIL. *The half-tone process.*
TRANCHANT (L.). *La photocollographie simplifiée.*
TRUTAT. *Impressions photographiques aux encres grasses.*
VIDAL (L.). *Traité pratique de photogravure en relief et en creux.*

LIVRE IV

PROCÉDÉS DIVERS.

CHAPITRE PREMIER

AGRANDISSEMENTS. — PROJECTIONS.

§ 1er. — Matériel pour agrandissements.

1713. Principe des appareils agrandisseurs. — M. Frécot[1] a imaginé un certain nombre de systèmes cinétiques résolvant d'une manière complète, simple et élégante, le problème de l'agrandissement automatique. Ces systèmes sont basés sur la loi de Newton

$$xx' = f^2 .$$

On sait que pour réaliser automatiquement un agrandissement indéterminé du négatif, il suffit d'imaginer entre ce négatif et le verre dépoli une liaison telle que lorsque le verre dépoli est amené à une distance $f + x'$ du point nodal d'incidence, le négatif se place de lui-même à la distance $f + x$ du point nodal d'émergence. H. Bow a donné une solution graphique de ce problème[2] et M. Carpentier a construit un agrandisseur[3] permettant d'effectuer une mise au point automatique. M. Frécot a trouvé une solution toute différente qui a son point de départ dans les expressions des distances x et x', liées par la relation précédente en fonction d'une même variable indépendante qui n'est autre que l'agrandissement α lui-même. On a

$$\alpha = \frac{p'}{p} = \frac{f + x'}{f + x} ,$$

ou bien

$$\alpha = \frac{x'}{f} = \frac{f}{x} ;$$

et par suite,

$$x = \frac{f}{\alpha} , \qquad x' = f\alpha .$$

1. *Bulletin des séances de la Société des sciences de Nancy*, mai 1898. — 2. Max von Rohr, *Theorie und Geschichte der photographischen Objektive*, p. 201 — 3. *Comptes rendus*, 21 mars 1898.

L'agrandissement n'est limité pratiquement que par l'étendue du tirage de l'appareil. Si T désigne le tirage maximum, c'est-à-dire la plus grande valeur de p', l'agrandissement maximum A est

$$A = \frac{T}{f} - 1 .$$

Pour obtenir automatiquement un agrandissement donné α quelconque entre 1 et A, il suffit d'imaginer entre le négatif et le verre dépoli une liaison telle que ce négatif étant amené à une distance $\frac{f}{\alpha}$, à gauche de l'un des foyers F, le verre dépoli se place de lui-même à la distance $f\alpha$, à droite de l'autre foyer. C'est cette liaison que M.Frécot a réalisée à l'aide d'un certain nombre de dispositifs dérivant tous d'un même principe, savoir la transmission au négatif du mouvement rectiligne du verre dépoli par l'intermédiaire d'une pièce tournante. Cinq systèmes différents permettent d'obtenir l'agrandissement automatique, en appelant *automatisme* d'une chambre d'agrandissement un dispositif mécanique reliant à la fois le négatif, l'objectif et le verre dépoli, de telle sorte que si l'on éloigne le verre dépoli de l'objectif, le négatif se rapproche de lui-même de cet objectif, ce mouvement s'effectuant de façon que le rapport d'agrandissement α étant un nombre quelconque, si le verrre dépoli est placé à une distance $f + \alpha f$ de l'objectif, le négatif soit amené automatiquement par le mécanisme à la distance correspondante $f + \frac{f}{\alpha}$.

Pour réaliser pratiquement l'automatisme avec une chambre noire à trois corps, il faut et il suffit que le corps avant se rapproche de l'objectif toujours immobile de manière que le même moteur qui éloigne le corps arrière imprime au corps avant un mouvement rectiligne satisfaisant à la loi des foyers conjugués.

Soit, dans une chambre d'agrandissement à trois corps, f la distance focale principale de l'objectif, T la distance du point nodal d'émergence au verre dépoli quand le corps arrière est au bout de sa course, soit t la longueur du tirage nécessaire pour l'agrandissement maximum ; on a

$$t = T - 2f .$$

Le corps central est invariablement fixé sur un châssis spécial qui lui-même est au besoin mobile dans une rainure du chariot de la chambre, rainure différente de celle par laquelle sont dirigés les corps avant et arrière. Les corps central et arrière sont réunis par un système mécanique quelconque, vis, crémaillère ou chaîne, qui détermine l'éloignement ou le rapprochement de ces deux corps par la simple manœuvre d'une manivelle ou d'un bouton solidaire du châssis spécial mobile.

Le système mécanique actionne également de l'autre côté du corps central une pièce tournante solidaire du corps central par l'intermédiaire du châssis mobile, de telle sorte que quand le corps arrière s'éloigne ou se rapproche uniformément du corps central, la pièce tournante tourne uniformément dans un sens ou dans l'autre autour de son axe.

Dans le premier système, cette pièce est un plateau circulaire à rainure;

dans le second, elle est constituée par une came à rainure; dans le troisième, c'est une came hélicoïdale tournante; dans le quatrième, c'est un tronc de cône à rainure tournant autour de son axe incliné; enfin, dans le cinquième système, c'est un cylindre à rainure tournant autour de son axe horizontal. Ces pièces tournantes ont au moins une génératrice horizontale.

Les détails de construction peuvent varier dans les divers systèmes. C'est ainsi que dans le premier, le plateau circulaire peut être mû, soit par engrenages, soit par une transmission directe hélicoïdale, soit par une transmission funiculaire, soit enfin par une transmission à double crémaillère. Dans ces systèmes, on peut fixer à volonté l'un quelconque des trois corps, avant, central, arrière, et le mouvement se fera par rapport à celui des corps qui aura été fixé.

Dans le second système, formé par une came tournante ou par un plateau tournant à ailettes saillantes, on réalise un système facilement applicable aux châssis amplificateurs verticaux : deux pignons sur un même axe et deux cames suffisent à régler facilement le mouvement du tiroir porte-négatif.

Le troisième système, formé par une came hélicoïdale tournante autour d'un axe perpendiculaire à l'axe de l'objectif, convient particulièrement aux grands appareils.

Dans le quatrième système, on a un tronc de cône à rainure tournant autour de son axe oblique sur l'axe de l'objectif : la génératrice supérieure du cône est parallèle à l'axe de l'objectif.

Le cinquième système est formé par un cylindre horizontal à rainure tournant autour de son axe parallèle à l'axe de l'objectif; une rainure tracée sur le cylindre fait parcourir au goujon la génératrice supérieure de son cylindre. Ce système est universel; il permet de faire des agrandissements aussi grands que l'on veut, pourvu que le tirage de la chambre le permette.

Ces divers systèmes constituent donc une solution originale et complète du problème de l'automatisme des chambres d'agrandissement, grâce à l'usage de la variable α d'agrandisssement que M. Frécot emploie pour calculer séparément les mouvements des corps avant et arrière.

M. Frécot a indiqué aussi[1] un procédé simple et économique pour mettre au point instantanément une chambre d'agrandissement quelconque, en utilisant une règle graduée d'après l'objectif employé.

Soit f la longueur focale de l'objectif, d la distance du négatif au point nodal d'incidence, D la distance du point nodal d'émergence au verre dépoli et α un agrandissement quelconque à réaliser; on a

$$d = f\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) = f + \frac{f}{\alpha},$$

et

$$D = f(1 + \alpha) = f + f\alpha,$$

c'est-à-dire que pour des agrandissements

1 2 3 4 5,

1. *Bulletin de la Société lorraine de photographie*, mai 1900, p. 94.

la distance d du négatif au point nodal d'incidence sera

$$f+\frac{f}{1},\qquad f+\frac{f}{2},\qquad f+\frac{f}{3},\qquad f+\frac{f}{4},\qquad f+\frac{f}{5},$$

et la distance D du point nodal d'émergence au verre dépoli sera

$$f+f,\qquad f+2f,\qquad f+3f,\qquad f+4f,\qquad f+5f.$$

Les bases de la chambre noire étant munies de règles plates, on les gradue de la manière suivante :

Soient I et E (*fig.* 163) les traces des plans perpendiculaires à l'axe optique

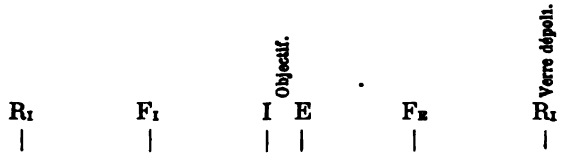


Fig. 163.

passant par les points nodaux. De I vers le négatif et de E vers le corps arrière, portons une longueur focale dont les extrémités sont F_I et F_E. On trace sur la règle à partir de F_I vers le négatif, une longueur de F_I à 1 égale à f, puis une longueur de F_I à 2 égale à $f/2$, puis une longueur de F_I à 3 égale à $f/3$..... D'autre part, à partir de F_E vers le verre dépoli, on trace une longueur de F_E à 1 égale à f, de F_E à 2 une longueur égale à $2f$, de F_E à 3 une longueur égale à $3f$..... On a ainsi tracé sur la règle les longueurs conjuguées du tirage de la chambre. En amenant le verre dépoli à la distance $2f$ du point E et le négatif à la distance $2f$ du point I, si l'on trace sur le corps avant un repère R_I en face du trait 1 de la règle du côté du négatif et sur le corps arrière un repère en face du trait 1 de la règle du côté du verre dépoli, on aura les points précis à partir desquels doivent être comptées les distances. Si l'on veut, par exemple, obtenir un agrandissement de 4 diamètres, on amènera les repères R_I et R_E en face des deux chiffres 4 de la règle; le négatif sera rigoureusement au point sur le verre dépoli avec l'agrandissement cherché.

La détermination de l'intervalle nodal s'obtient facilement à l'aide d'une chambre d'agrandissement en mesurant la distance qui sépare un négatif de son image mise au point à grandeur rigoureusement égale. Soit L cette distance; elle correspond à $4f+\delta$, δ étant la distance internodale. En prenant pour f la valeur $\frac{L}{4}$, on a une valeur approchée de f. On rapproche le corps avant du corps central d'une demi-distance focale, soit environ $\frac{L}{8}$, on éloigne le corps arrière d'une distance focale, soit environ $\frac{L}{4}$; on met exactement au point de façon à obtenir, par tâtonnement, un agran-

dissement de deux fois. On mesure de nouveau la distance qui sépare le négatif de son image. Soit L′ cette distance; elle représente :

$$f + \frac{f}{2} + \delta + f + 2f = L',$$

$$4f + \frac{f}{2} + \delta = L';$$

mais $$4f + \delta = L;$$

par suite, $$f = 2(L' - L), \qquad \delta = L - 8(L' - L).$$

Par conséquent, il suffit de mesurer les distances des négatifs, reproduits en vraie grandeur et agrandis au double, à leurs reproductions; la longueur du foyer est égale au double de la différence de ces distances. La distance internodale s'obtient en retranchant quatre longueurs focales de la distance du négatif au verre dépoli lors de sa reproduction en vraie grandeur.

On peut opérer un peu différemment. On fait du négatif deux reproductions, l'une en vraie grandeur, et l'autre en grandeur double. On a le soin de mesurer avec la plus grande précision les deux agrandissements α et α' obtenus et les distances L et L′ du négatif à ses reproductions; on a

$$L = D + d + \delta + f + f\alpha + f + \frac{f}{\alpha} + \delta = f\frac{(\alpha + 1)^2}{\alpha} + \delta;$$

de même $$L' = f\frac{(\alpha' + 1)^2}{\alpha'} + \delta,$$

α et α' étant connus avec une grande précision, on aura la mesure cherchée. On peut poser

$$\frac{(\alpha + 1)^2}{\alpha} = A, \qquad \frac{(\alpha' + 1)^2}{\alpha'} = A',$$

et l'on a $$Af = L - \delta, \qquad A'f = L' - \delta,$$

d'où $$f = \frac{L' - L}{A' - A}.$$

Connaissant f, on obtient δ par la formule

$$\delta = L - Af.$$

Ce procédé très pratique, indiqué par M. Frécot[1], a été postérieurement utilisé de bien des manières (*voyez* p. 33).

1714. Chambres à trois corps. — L'emploi de la chambre à trois corps (*fig. 163*) est des plus pratiques pour l'agrandissement de toutes sortes de négatifs; le seul inconvénient que présente cet appareil provient de son volume considérable. Ces chambres peuvent être munies de l'un des dispo-

1. *Bulletin de la Société lorraine de photographie*, 5 mai 1900.

sitifs indiqués par M. Frécot, ou encore de règles graduées permettant une mise au point immédiate. La mise au point se fait par crémaillère.

Cette mise au point peut d'ailleurs être faite rapidement en utilisant un mètre ordinaire et un tableau d'agrandissement que chaque opérateur peut construire lorsqu'il connaît les caractéristiques de l'objectif employé.

Si l'on ne connaît pas exactement la distance focale de l'objectif que l'on utilise, on peut gagner du temps en opérant comme il suit : on reproduit en vraie grandeur un objet et on prend pour la distance focale cherchée le quart de la distance qui sépare le négatif de la glace dépolie. Sur le corps central, on repère la position du diaphragme et sur le côté du corps arrière on repère la position du verre dépoli; on détermine au moyen des tables et

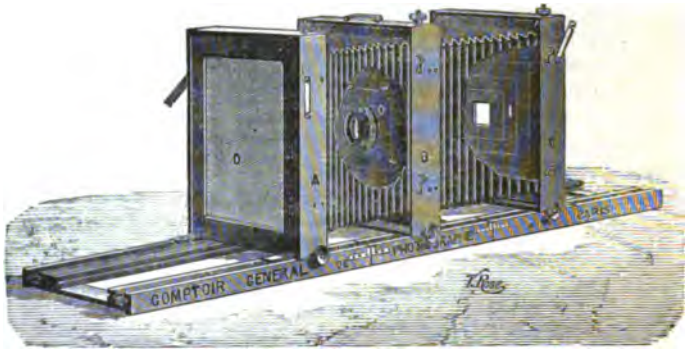


Fig. 163.

d'un mètre le tirage du corps arrière correspondant à l'agrandissement désiré; cela fait, on met au point en utilisant, au lieu du négatif, une fine mousseline collée sur glace et on déplace le corps avant jusqu'à ce que l'image de la mousseline apparaisse avec une netteté parfaite sur le verre dépoli; on met alors en place le négatif qui est juste au point pour l'agrandissement voulu.

M. Belliéni construit une chambre d'agrandissement très perfectionnée dans laquelle deux crémaillères et une vis sans fin assurent la rapidité et la précision des mouvements.

1715. Agrandisseurs. — Les amplificateurs ou agrandisseurs sont des appareils spéciaux (B, **1474**) servant à obtenir soit une image agrandie, soit une image réduite (le plus souvent pour la projection). Ils sont, en général, constitués par une caisse de bois en forme de tronc de pyramide; les plus complets sont munis d'une série d'intermédiaires destinés à loger les négatifs de divers formats à la partie supérieure de l'appareil; à la partie inférieure se trouve un châssis, à rideau le plus souvent, dans lequel on loge la plaque ou le papier sensibles; ce châssis se charge dans le laboratoire obscur. Ces appareils sont, en général, réversibles et permettent d'obtenir un petit positif en utilisant un grand négatif.

Pour agrandir et réduire les vues obtenues avec la jumelle stéréopanoramique, M. Mackenstein a construit une chambre à trois corps spéciale

elle est formée d'une chambre noire ordinaire du format 24 × 30 ou 18 × 24, avec soufflet et crémaillère à long tirage. Sur l'avant de cette chambre vient s'ajuster un adaptateur pliant composé d'un chariot également à crémaillère et d'un cadre porte-négatif. Cet ajustage se fait rapidement à l'aide d'une plaque métallique se reliant à la chambre noire au moyen de deux crochets. La planchette d'objectifs de celle-ci est remplacée par une coulisse dans laquelle s'emboîte le support spécial à rainures destiné à recevoir la jumelle stéréopanoramique dépourvue de son magasin. En décentrant un des objectifs comme on le fait pour prendre une vue panoramique, la lentille antérieure de l'objectif symétrique se trouve du côté de l'image à agrandir ou à réduire. La coulisse de l'adaptateur est repérée très exactement pour les dimensions courantes d'agrandissement ou de réduction. La

Fig. 164.

mise au point reste néanmoins assurée par l'examen préalable sur le verre dépoli de la chambre noire.

L'orientation de l'appareil est rendue facile au moyen d'un support spécial qui permet de donner toute l'inclinaison désirable (*fig. 164*).

M. Degen construit, sous le nom de cône-trousse, un appareil d'agrandissement comprenant quatre objectifs. Il permet l'agrandissement des négatifs 4,5 × 6, 6,5 × 9 et 9 × 12 en formats 6,5 × 9, 9 × 12, 13 × 18. L'avant-corps, muni d'un soufflet, porte le châssis à négatifs avec ses intermédiaires. Sur la coulisse du chariot sont fixées deux règles, portant gravés les rapports d'amplification répétés très visiblement sur les objectifs pour les distinguer au moment d'opérer. Sur la règle de gauche sont indiquées, au-dessous de chaque rapport, les grandeurs de négatifs et, en regard, sur la règle de droite, les formats d'agrandissement. Le chariot s'arrête automatiquement en regard du format d'agrandissement que l'on veut faire. Le changement d'objectif se fait instanément, car les quatre objectifs sont fixés dans des coulisses en croix autour du centre de la planchette. Il suffit, pour mettre un objectif en place, de le pousser jusqu'au milieu, où il s'arrête de lui-même, et cela sans retirer la planchette.

Dans les amplificateurs de M. Joux, de M. Fleury-Hermagis, la mise au point est effectuée automatiquement pour les images de divers formats.

M. Gaumont a établi un amplificateur télescopique dans lequel la mise au point se fait automatiquement par un simple mouvement télescopique.

Dans un autre type d'appareil, le cadre supérieur est à décentrement (*fig. 165*), permettant d'agrandir une portion d'image 13 × 18 et au-dessous. Pour le repérage de la partie de l'image que l'on veut agrandir, on emploie un pupitre supplémentaire de centrage qui permet de délimiter nettement sans fatigue les parties de l'image à agrandir et de servir au besoin de pupitre à retoucher. Sur les montants de droite et de gauche du cadre sont vissés deux petits patins de bois. Lorsqu'on rabat ces patins, ils constituent deux pieds au cadre, de façon que, lorsqu'on pose celui-ci sur une

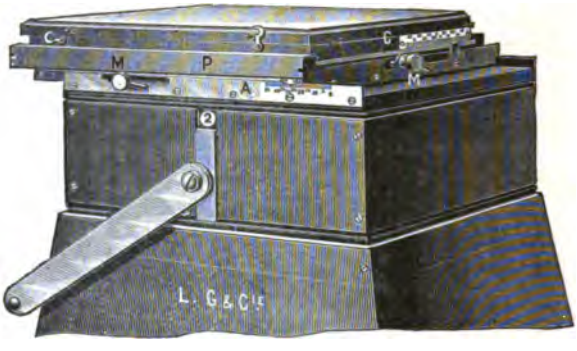


Fig. 165.

table, il forme pupitre, sa partie inférieure et l'extrémité des deux patins reposant sur la table.

Le même constructeur a établi un amplificateur à bonnettes pour le format 30 × 40 : il permet aussi de faire les réductions. Le rapport d'agrandissement étant choisi, le changement de bonnettes et la mise au point se font d'une façon automatique, grâce à l'aiguille d'un cadran placé sur l'un des côtés de l'appareil.

Une des principales difficultés que l'on rencontre dans la production des agrandissements provient de la mise au point; même en utilisant, en place du négatif à agrandir, une glace sur laquelle on a collé un fin morceau de tulle, ou mieux un fragment de toile à tamis de soie n° 180, l'opération comporte, en général, peu de précision. M. Carpentier [1] la fait exécuter automatiquement à l'aide d'un appareil spécial ayant la forme d'une chambre à deux corps et à soufflets. Sa base est composée de deux longerons formant glissière entre lesquels se déplacent deux coulisseaux; sur cette base est fixée une équerre rigide, mobile autour de son sommet qui commande le mouvement des deux coulisseaux; la liaison est faite par un doigt que porte chaque coulisseau, doigt qui s'engage, sans jeu appréciable, dans une rainure pratiquée dans les bras de l'équerre correspon-

1. *Photo-Gazette*, 1899, p. 189.

dant. Les centres des deux doigts se meuvent rigoureusement sur une même ligne droite, et le centre de rotation de l'équerre est fixé à une distance de cette droite, rigoureusement égale au foyer de l'objectif employé à l'agrandissement.

M. Guillon a établi une série d'amplificateurs (*fig. 166*) s'adaptant aux divers modèles d'appareils à main que l'on trouve dans le commerce. Ces amplificateurs sont construits d'une façon très économique, grâce à l'emploi

Fig. 166.

de cartons qui recouvrent la charpente en bois de l'appareil; il sont particulièrement avantageux pour le tirage des épreuves stéréoscopiques et pour la réduction des négatifs.

§ 2. — Procédés d'agrandissement.

1716. Agrandissement direct du négatif. — Le procédé d'agrandissement le plus simple consiste à imprimer directement du négatif un grand positif, en utilisant le papier au gélatino-bromure d'argent ou toute autre préparation de sensibilité suffisante.

Le plus souvent, on utilisera la lumière diffuse comme source de lumière; son intensité est souvent insuffisante par les jours sombres de l'hiver; on emploie alors la lumière électrique et l'on se sert d'appareils établis à peu près comme ceux qui servent pour les projections.

Ces diverses sources de lumière sont trop faibles s'il s'agit d'imprimer sur papier au charbon, à la gomme bichromatée, etc. Dans ce cas, on utilise la méthode indirecte d'agrandissement ou les appareils solaires.

Quel que soit le procédé employé, il y a lieu de déterminer avec précision la durée du temps de pose, durée qui dépend surtout du diamètre du diaphragme utilisé. M. Lambert[1] a fait observer qu'il fallait mesurer la distance entre l'objectif et le verre dépoli pour les divers rapports d'agrandissement et déterminer à l'aide de cette longueur l'indice du diaphragme.

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1898, p. 577.

En désignant par F la longueur focale principale de l'objectif, par R le rapport entre la dimension de l'image et celle du négatif, par δ la distance entre l'objectif et l'image, par I l'indice des diaphragmes exprimé en fonction du foyer, par V la valeur réelle des diaphragmes, on peut établir le tableau suivant :

R	MOITIÉ	ÉGALITÉ	DOUBLE	TRIPLE	QUADRUPLE
δ	3 F/2	2 F	3 F	4 F	5 F
I	V	V	V	V	V
F/8	F/12	F/16	F/24	F/32	F/40
F/11	F/18	F/22	F/33	F/44	F/55
F/16	F/24	F/32	F/48	F/64	F/80

Par exemple, si l'on agrandit au double diamètre, le rapport R étant de 2 à 1, la distance focale relative est 2 + 1 = 3; si l'on utilise le diaphragme d'indice marqué F/8, la valeur réelle V de cet indice est F/24.

1717. Procédé indirect. — Dans le procédé indirect, on imprime d'abord, d'après le négatif, une diapositive de format un peu supérieur à celui du négatif; cette diapositive est alors agrandie soit sur glace, soit sur papier : c'est ce dernier support qu'il convient d'employer à cause des facilités que présente la retouche du négatif agrandi.

Le positif doit être fait autant que possible sur glace sans défauts et en utilisant soit le procédé au collodion, soit celui à l'albumine. Les plaques lentes au chloro-bromure donnent aussi des images très fines que l'on peut employer pour ce travail. Il est indispensable de recouvrir le dos des plaques d'un enduit anti-halo qui permettra d'éviter la réflexion qui se produit à la surface du verre et qui peut enlever toute finesse à l'image. L'objectif employé sera muni d'un diaphragme aussi grand que possible.

Le commerce fournit du papier préparé au gélatino-bromure qui est d'un bon emploi pour la confection du grand négatif. Il est inutile de rendre ce papier transparent : toutes les substances utilisées pour donner au papier cette transparence, qui permet un tirage plus rapide au châssis presse, font apparaître le grain du papier.

Certaines couches donnent des négatifs très légers. Il convient dans ce cas de doubler le négatif d'une glace assez épaisse, le côté papier étant en contact avec la glace, la gélatine étant en dessus. Le négatif est collé sur les bords de la glace; l'autre face de la glace est doublée d'une feuille de papier végétal sur lequel on peut exécuter toutes les retouches. Le tirage de tels négatifs doit être fait à l'ombre afin d'éviter la dureté des contours produite par la retouche.

§ 3. — PROJECTIONS.

1718. Matériel. — M. Gaumont[1] a créé un nouveau type de lanterne permettant la projection et l'agrandissement des images du format 9 × 12. Elle se compose d'une cage en tôle forte noircie, fixée sur un socle en tôle ayant une large ouverture pour assurer une ventilation efficace. Une plate-forme coulissant sur le socle supporte le foyer lumineux et l'isole de la table sur laquelle est placée l'appareil; la circulation d'air est ainsi assurée. A l'avant de la cage se trouve le condensateur et le passe-vues; le cadre porte-objectif est réuni à la cage par un soufflet et par deux tubes en cuivre

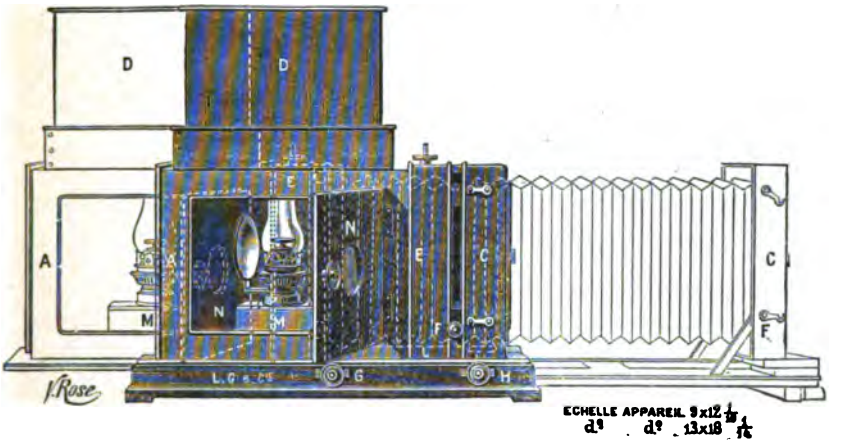


Fig. 167.

nickelé coulissant dans deux autres tubes fixés sur le socle de chaque côté de la cage. On peut ainsi donner un tirage maximum de 45 centimètres, ce qui est utile pour les agrandissements.

Le même constructeur a établi plusieurs types de lanternes fort bien construits et pouvant servir soit pour les projections, soit pour les agrandissements ou les réductions (*fig. 167*).

La maison Zeiss[2] a construit sous le nom d'épidiascope un nouvel appareil permettant de projeter à volonté des objets opaques ou transparents. Dans le premier cas, la lumière réfléchie par l'objet va former l'image sur l'écran, tandis que, pour les objets transparents, c'est la lumière transmise qui est utilisée, comme dans tous les appareils de projection.

De nombreux systèmes de châssis passe-vues ont été établis pour permettre de passer dans les appareils la vue prise soit en hauteur, soit en largeur. Dans le châssis imaginé par M. Turillon, l'opération s'effectue soit

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 199. — 2. *Ibid.*, 1901, p. 361.

par un mouvement de déplacement horizontal, soit par un mouvement d'oscillation en partie rotatif; deux plaques tournantes en métal portent des rainures pouvant recevoir les diapositives du format 85 × 100; suivant que celles-ci se présentent en hauteur ou en largeur, la mobilité des plaques tournantes permet de les placer instantanément dans la position nécessaire. Ce châssis permet aussi de passer sans interruption, à l'aide de petits intermédiaires disposés à cet effet, des vues de tous formats inférieurs à 85 × 100 millimètres et des vues stéréoscopiques de toutes dimensions dont on veut projeter une partie. Il peut d'ailleurs être construit pour la projection de vues plus grandes que 85 × 100 millimètres [1].

L'éclairage des appareils de projection peut être fait soit à la lumière oxhydrique, soit par la lampe électrique à arc, ou enfin par la lampe à incandescence. L'éclairage au pétrole présente de nombreux inconvénients résultant de l'odeur et de la fumée produites par la combustion de l'huile; on le remplace depuis peu par l'éclairage à l'alcool. L'éclairage par combustion de l'acétylène présente de nombreux inconvénients résultant de l'odeur de ce gaz.

La production de la lumière oxhydrique s'obtient par l'action du dard du chalumeau sur un crayon de chaux ou de magnésie. On trouve dans le commerce ces crayons de chaux conservés en tubes de verre scellés, ce qui assure d'une façon efficace l'inaltérabilité de la chaux.

Le mélange d'oxygène et de gaz combustible est obtenu par l'emploi de la lampe oxyéthérique (t. IV, p. 48), ou du gaz de l'éclairage, ou de l'hydrogène. On se procure facilement l'oxygène comprimé en tubes d'acier, ou bien l'on peut se servir du nouvel appareil de M. Joubert fournissant rapidement et d'une façon continue l'oxygène nécessaire à une séance de projection. Cet oxygène est produit par l'action de l'eau sur le peroxyde de sodium; l'oxygène obtenu est envoyé immédiatement au brûleur; la pression du gaz peut être modifiée d'après la hauteur de la colonne d'eau qui est placée au-dessus du gaz.

M. L. Gaumont a construit des régulateurs électriques munis d'une vis à fort bouton molleté permettant un rapprochement précis et régulier des extrémités des crayons, ce qui évite les forts à-coups dans l'éclairage; un bouton excentré commande le bras supérieur et permet de modifier la position du charbon; ces régulateurs se font pour des courants de 15 et 30 ampères.

L'objectif destiné à l'agrandissement par méthode indirecte peut à la rigueur être un bon anastigmat; mais il y a lieu de tenir compte du mode d'éclairage employé [2]. Le négatif peut être éclairé : 1° par la lumière transmise convergente; 2° par la lumière transmise parallèle; 3° par la lumière émise.

Le premier système était utilisé dans les appareils Woodward, Monckhoven, Hermagis, etc. Dans ce type d'appareils l'objectif était construit sur les mêmes principes que le doublet de Petzval : il était achromatique et aplanétique suivant l'axe. Le foyer principal du condensateur doit être compris ou du moins ne dépasser que de très peu le sommet de la lentille antérieure; de plus, la lentille postérieure doit avoir un diamètre assez grand

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 495. — 2. Wallon, *Les agrandissements*, Paris, Gauthier-Villars.

pour laisser passer la totalité du faisceau émergeant du condensateur; par conséquent, si l'on veut faire varier beaucoup l'échelle d'amplification, on doit substituer les uns aux autres des objectifs de foyer différent, construits de telle sorte que les conditions ci-dessus soient satisfaites : il y a donc dépendance entre le condensateur et l'objectif.

L'éclairage en lumière parallèle, comme l'utilisait Bertsch[1] dans ses appareils d'agrandissement, n'est plus employé aujourd'hui; dans ce système l'objectif devait avoir un diamètre égal au diamètre du négatif.

Dans l'éclairage par lumière diffuse avec emploi de la lumière du jour, l'objectif doit donner une image nette de dimension égale à celle du négatif à amplifier. Quel que soit le système adopté, il y a toujours lieu de faire une correction de la mise au point, parce que, dans les conditions où on l'emploie, l'objectif n'est pas complètement exempt d'aberration chromatique. C'est donc par une suite de tâtonnements méthodiques que l'on devra déterminer la meilleure mise au point.

L'emploi du bec Auer pour les projections ou les agrandissements fournit les meilleurs résultats, quand on entoure d'un cylindre métallique percé d'une ouverture de 25 millimètres de diamètre la cheminée en verre qui protège le manchon. Ce cylindre peut s'élever ou s'abaisser de manière à n'utiliser que la partie la plus éclairante du manchon incandescent et à écarter les parties plus ou moins rougeâtres. Ce dispositif, utilisé pour les agrandissements, permet d'obtenir des épreuves plus nettes, plus brillantes et plus vigoureuses que celles produites par l'emploi du bec ordinaire; il en est de même de l'éclairage par l'alcool.

De très nombreuses lampes à acétylène pour projection ont été construites; la plupart sont à becs multiples, comme les lampes à pétrole. L'éclairage ainsi obtenu est très inégal, et, au point de vue théorique, l'emploi de ces becs revient à placer dans l'objectif un diaphragme à trous multiples; il convient d'utiliser l'acétylène purifié. Le plombate de soude[2], avec excès d'alcali, présente sur le chlorure de chaux de grands avantages dans la purification de l'acétylène, au point de vue de la sécurité. Les dangers d'explosion dus au dégagement de chlore, quand on se sert de chlorure de chaux, sont écartés.

M. Molténi[3] a déterminé la valeur pratique des diverses sources de lumière employées pour les projections. Il a pris comme unité la lampe à pétrole à mèches multiples ou le bec Auer n° 2, sans réflecteur. Pour le bec Auer et pour l'acétylène, le réflecteur en plaqué augmente le rendement d'environ un cinquième et un réflecteur de glace travaillée à peu près d'un tiers.

ÉCLAIRAGE A L'ACÉTYLÈNE.

Brûleur à 1 bec	1,06
— 2 —	1,70
— 3 —	3,20
— 4 —	4.10
— 5 —	4,50

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1864. — 2. *The British Journal of Photography*, 12 octobre 1900. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 206.

ÉCLAIRAGE AVEC EMPLOI D'OXYGÈNE.

Alcool et oxygène	5,80
Gaz de l'éclairage et oxygène	16,60
Gazoline et oxygène	18,50

ÉLECTRICITÉ, COURANT CONTINU.

Lampe à incandescence	32	bougies	0,68
— —	50	—	0,93
Lampe focus	100	—	3,82
Lampe à arc	7	ampères	39,03
—	10	—	75,61
—	12	—	86,50
—	15	—	117.61
—	20	—	160,80

Les appareils producteurs d'acétylène destinés à l'éclairage des lanternes à projection sont très nombreux et d'un maniement assez simple; mais ils présentent tous l'inconvénient inhérent à l'emploi des appareils de cette nature, à savoir l'odeur très désagréable qui accompagne la production de ce gaz, odeur qu'il est à peu près impossible d'éviter.

L'emploi de l'alcool par incandescence constitue l'un des meilleurs modes d'éclairage; un des modèles de lampe qui fournit les résultats les plus pratiques est la lampe Denayrouze.

L'écran destiné à recevoir l'image projetée doit être très opaque et en même temps très blanc, s'il est destiné, comme cela arrive presque toujours, à fournir des images vues par reflexion. Pour obtenir un écran de cette nature, M. Molténi utilise le procédé suivant : dans quatre litres d'eau, il fait dissoudre 50 grammes de gomme arabique et mélange le tout avec 200 grammes de magnésie en poudre; cet enduit est étendu sur une toile de coton à tissu très serré. Il faut que l'écran soit mat et très opaque pour refléter le maximum de lumière. A défaut de magnésie, on emploiera du blanc d'Espagne, ou une peinture blanche à la colle. Pour les écrans mobiles, il faut clouer la partie supérieure à un fort rouleau et la partie inférieure à une tringle un peu lourde; dans ce cas, il convient d'ajouter à l'encollage un peu de glycérine pour donner de la souplesse et empêcher la peinture de s'écailler en enroulant l'écran.

M. Wallon a fait observer que les divers modes d'éclairement employés dans les opérations d'agrandissement peuvent se ramener à deux types. Dans l'éclairement par lumière transmise, le négatif que l'on veut agrandir est placé en avant d'un condensateur qu'éclairent soit les rayons solaires, soit une source de dimension finie, placée à distance finie. Dans ce cas, l'objectif est conjugué de la source par rapport au condensateur, et le tout forme un système dont les diverses parties sont reliées entre elles de façon intime. Le condensateur et l'objectif doivent, pour ainsi dire, être faits l'un pour l'autre, et la bonne qualité du premier est au moins aussi essentielle que celle du second. Le négatif agit comme un filtre, réduisant plus ou moins l'intensité des rayons lumineux qui le traversent.

Dans le second type (éclairement par lumière émise), le négatif est placé devant une surface diffusante, uniformément éclairée; c'est, en général, un verre dépoli : chacun de ses points envoie de la lumière dans toutes les directions. Le négatif agit de même, et l'image de chacun de ces points est formée par un cône de rayons lumineux qui a ce point pour sommet et qui couvre la surface totale de l'objectif. Ce dernier travaille par toute son ouverture, définie par celle du diaphragme employé.

L'éclairement par lumière transmise convient seul quand on veut se servir, pour y recevoir l'image agrandie, de préparations médiocrement sensibles. Si l'image donnée de la source par le condensateur est très petite et très nette, il n'est pas nécessaire que cet objectif soit de très bonne qualité au point de vue de l'aplanétisme; avec l'éclairement par lumière émise, au contraire, on ne saurait être trop difficile sur la valeur de l'objectif. Quand on se sert des appareils à condensateur, il est nécessaire que le négatif soit d'une très grande pureté et parfaitement exempt de voile.

1719. Diapositives pour projections. — La préparation des diapositives destinées à la projection doit être faite en vue de la lumière employée dans la lanterne et de l'agrandissement de l'image. La couleur de la diapositive doit être appliquée au sujet qu'elle représente; on peut d'ailleurs employer sur la même plaque localement divers bains de virage. En faisant varier la durée du temps de pose et la nature du révélateur, en utilisant le renforcement à l'argent ou au mercure, on obtient par l'emploi du collodion de très belles images. Par l'emploi du procédé à l'albumine, on obtient aussi des images très fines, mais ce procédé est plus délicat dans son exécution.

Les épreuves au gélatino-bromure[1] peuvent être éclaircies à l'aide de la solution suivante : eau, 1,000 c. c.; alun, 5 grammes; acide citrique, 20 grammes; sulfate de fer, 15 grammes. Ce bain exerce une action marquée sur la couleur du dépôt d'argent; il pousse au bleu noir, et l'on doit arrêter son action aussitôt que l'épreuve est suffisamment claire, sans quoi on transforme un paysage ordinaire en un effet de clair de lune.

Il est souvent avantageux de surexposer les diapositives, les surdévelopper et les traiter au réducteur Farmer dans les parties qui sont trop noires. Pour éviter le ciel blanc, M. Stieglitz imprime les diapositives à la chambre noire[2]. Il fixe un cache approprié sur sa plaque et applique sur celui-ci une nouvelle plaque sensible dans la chambre noire; il expose le tout un instant à la lumière du gaz, développe, fixe et réduit au ferricyanure là où il le juge nécessaire. Dans une vue, tous les points entre les arbres, par exemple, qui étaient blancs sont teintés, et l'ensemble de l'image a gagné à cette modification. La diapositive est essayée à la lanterne, et si le résultat n'est pas satisfaisant, on réduit encore les parties trop foncées.

On peut améliorer les diapositives à l'aide du même procédé des retouches locales, pratiqué un peu différemment et préconisé par M. Welford[3]. Une plaque au gélatino-chlorure, après développement et avant fixage, est peu sensible à la lumière du gaz. Quand on veut modifier quelques parties trop

1. *The Amateur photographer*, 16 octobre 1896. — 2. *Camera Notes*, 1898, n° 1. — 3. *The Amateur photographer*, 1899, n° 781.

claires de la diapositive, on arrête le développement pendant vingt secondes quand l'ensemble a atteint l'opacité voulue; on lave et on expose à la lumière du gaz la diapositive tout entière. A la lumière inactinique, on développe localement à l'aide d'un pinceau les parties trop claires; afin d'empêcher le révélateur d'agir en s'étalant sur les parties qui doivent rester intactes, on passe à plusieurs reprises sur le négatif un pinceau trempé dans l'eau pure.

Le format adopté pour les diapositives pour projections est 85 × 100 millimètres : c'est le format du Congrès et c'est de beaucoup le plus pratique; il permet de laisser une marge pour l'épreuve 82 × 82 millimètres, format qui présente les plus grands avantages au point de vue de l'emploi des condensateurs. Le format usuel de ces lentilles (108 millimètres de diamètre) est en réalité le meilleur à cause de la faible épaisseur relative des verres à employer.

M. l'abbé Coupé[1] a imaginé une boîte pour le transport des diapositives pour projection. Celles-ci sont placées verticalement dans la boîte et glissées par ordre dans les rainures, de telle sorte que la plaque repose dans le sens de la largeur. La boîte renferme un double fond dans lequel, un peu avant de projeter les diapositives, on glisse une pierre réfractaire chauffée. Par ce moyen, les verres sont légèrement chauffés et on n'y voit plus se déposer cette buée si désagréable que connaissent trop bien tous ceux qui s'occupent de projections. Au lieu d'une pierre réfractaire, on peut utiliser une boîte en zinc bien étanche, que l'on remplit d'eau claude. Lorsque les diapositives ont été classées dans la boîte d'après leur numéro d'apparition sur l'écran, il est indispensable de tracer sur leur tranche à l'aide d'une règle et de craie, deux lignes droites concourantes et dont le point de concours est sur le côté de la diapositive qui doit être la première projetée; de cette façon, on évite toute difficulté dans l'ordre de présentation des épreuves.

1720. Projections panoramiques. — MM. A. et L. Lumière ont imaginé un appareil photographique panoramique réversible, auquel ils ont donné le nom de *Photorama*[2]. Cet appareil présente un dispositif nouveau, consistant à faire tourner l'objectif autour et à l'extérieur de la surface cylindrique de l'image, cet objectif étant muni d'un système redresseur qui maintient l'image immobile sur ladite surface, malgré la rotation de l'objectif.

Supposons les points nodaux d'un objectif confondus avec le centre optique de l'appareil, A un point lumineux situé sur l'axe principal OX formant son image en A′ (*fig. 168*); transportons l'objectif de N en N′ par une rotation autour d'un axe O perpendiculaire au plan de la figure. L'image de A se formera en B. Si l'on imagine que par un dispositif convenable le faisceau N′B qui émerge de l'objectif soit retourné de droite à gauche, c'est-à-dire dans le sens inverse de celui de la rotation et d'un angle égal à l'angle ON′B, l'image du point A se formera en B′ dans le voisinage de A′.

Pendant le déplacement angulaire de l'objectif N en B′ l'image de A sera

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1898, p. 25. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 122.

déplacée seulement de A′ à B′. Ce déplacement dépend : 1° de la rotation NON′ imprimée à l'objectif; 2° de la distance focale absolue de celui-ci; 3° des positions relatives, par rapport à l'axe de rotation O, des points A et N. Il faut que ce déplacement soit pratiquement nul pour que l'image

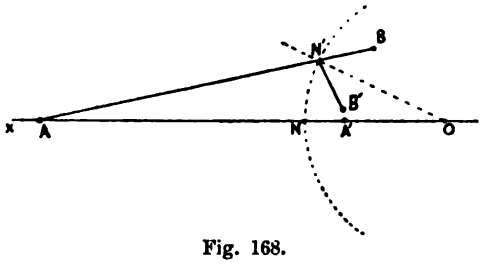


Fig. 168.

du point A reste fixe malgré la rotation de l'objectif; pour cela, le calcul montre qu'il faut que la relation suivante soit satisfaite :

$$\frac{OA}{OA'} = \frac{NA}{NA'}. \tag{1}$$

D'autre part, les points A et A′ étant conjugués par rapport à l'objectif, ils satisfont à la relation générale des foyers conjugués

$$\frac{1}{NA} + \frac{1}{NA'} = \frac{1}{F}, \tag{2}$$

F désignant la distance focale absolue de l'objectif considéré.

Connaissant OA et F, on peut déterminer ON et OA′. Par conséquent, pour obtenir des images pratiquement fixes, il faut réaliser : 1° le retournement de l'image; 2° la position de l'axe de rotation satisfaisant à la relation (1).

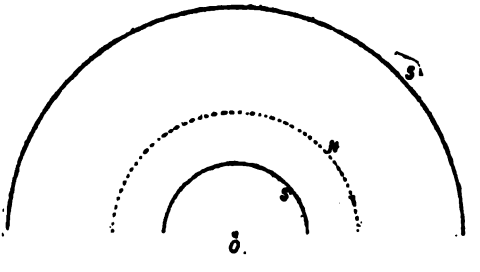


Fig. 169.

Réciproquement, si le point A′ devient le point lumineux, son image se formera en A et, les conditions précédentes étant remplies, cette image restera pratiquement immobile pendant la rotation de l'objectif.

Si l'on considère deux surfaces cylindriques S et S′ (*fig. 169*) ayant pour axe commun l'axe de rotation de l'objectif projeté en O, ces surfaces pas-

sant par les points A et A′ déterminés comme nous venons de le dire, et si nous faisons tourner l'objectif N entre ces deux surfaces, il donnera sur la surface cylindrique S une image immobile des différents points de la surface S′. Si la vitesse de rotation de l'objectif correspond au moins à quinze tours par seconde, la persistance des impressions sur la rétine permettra au spectateur placé en O d'observer sur l'écran S une image immobile et continue de tous les points de l'écran S′ qui lui enverront de la lumière.

Ainsi donc l'objectif peut balayer l'horizon complet en tournant autour d'un axe qui ne passe pas par le point nodal d'émergence, disposition qui permet la réversibilité de l'instrument qui peut être utilisé non seulement

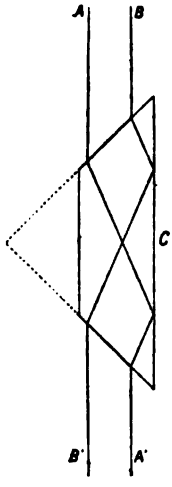


Fig. 170.

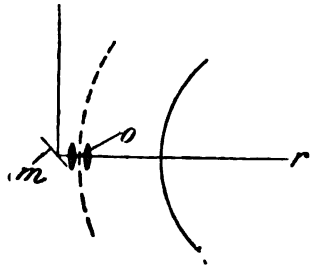


Fig. 171.

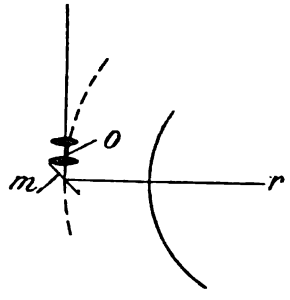


Fig. 172.

pour prendre des vues, mais aussi pour projeter ces dernières sur un écran cylindrique.

L'image doit être nécessairement retournée pour corriger l'influence de la rotation de l'objectif. Ce retournement a été réalisé successivement par un prisme redresseur C qui était placé tout près de l'objectif et qui retournait l'image par réflexion totale (*fig. 170*). Ce dispositif présente l'inconvénient d'absorber une grande quantité de lumière; on lui a substitué un miroir *m* en verre argenté (*fig. 171*) qui peut être placé soit en avant, soit en arrière de l'objectif à 45° de son axe principal (*fig. 172*). Ce dernier dispositif conduit à un appareil moins encombrant que le premier.

L'appareil pour la prise des vues se compose essentiellement d'un tambour cylindrique *f* pouvant tourner librement autour d'un axe vertical *d* et mis en mouvement au moyen d'un puissant mécanisme d'horlogerie qui lui imprime une vitesse absolument constante et réglable à volonté. (*fig. 173* et *174*).

Ce tambour porte extérieurement l'objectif *o* muni à l'arrière de son miroir redresseur *m;* le tout est enfermé dans une boîte prismatique parfaitement étanche à la lumière. Un obturateur *q*, convenablement disposé,

découvre l'objectif pendant un tour complet de l'appareil et se referme immédiatement dès que ce tour est achevé. La pellicule sensible, destinée à recevoir l'impression photographique, est enroulée sur le manchon cylindrique *bc* qui sert de magasin à pellicule; elle est à l'abri de la lumière parasite grâce au couvercle *k;* un écran mobile limite le champ de l'objec-

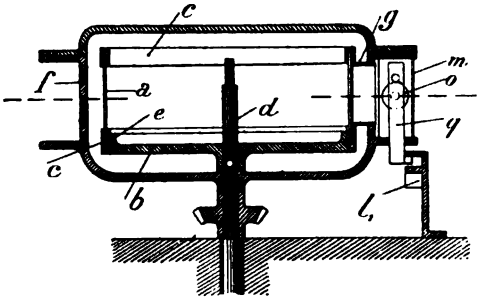


Fig. 173.

tif. Pour prendre une vue, il suffit de disposer l'appareil au centre du panorama à photographier et de le faire tourner à la vitesse convenable; on

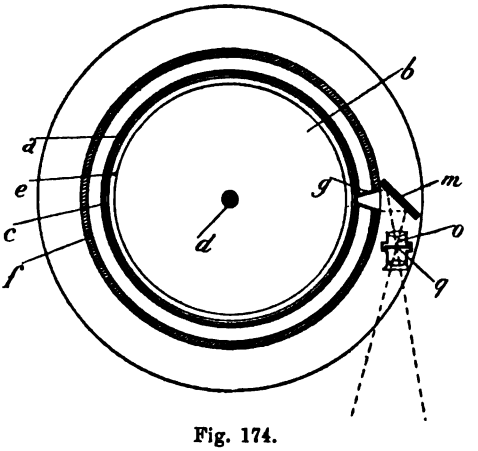


Fig. 174.

obtient après développement de l'épreuve une image parfaitement nette et continue du paysage environnant.

L'appareil à projection est basé sur le même principe, avec cette différence qu'il possède douze objectifs identiques au lieu d'un seul, ce qui permet d'élever considérablement le rendement lumineux et d'obtenir avec une vitesse de rotation relativement faible (trois tours par seconde) un nombre d'impressions rétiniennes assez considérables pour éviter le scintillement, résultat auquel on n'aurait pu arriver qu'avec une vitesse d'au moins trente tours par seconde, ce qui aurait compromis la stabilité de l'ensemble. L'appa-

reil comprend le porte-pellicule (*fig. 175*), le système d'éclairement de la pellicule (*fig. 176*), et enfin le système optique (*fig. 177*) des douze objectifs; chacun des objectifs O_1, O_2... est muni du miroir redresseur correspon-

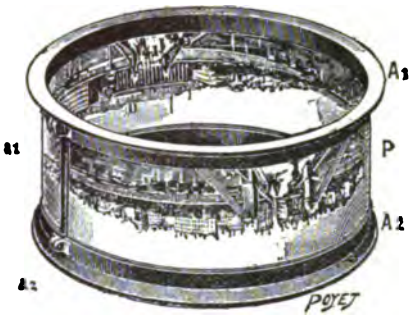


Fig. 175.

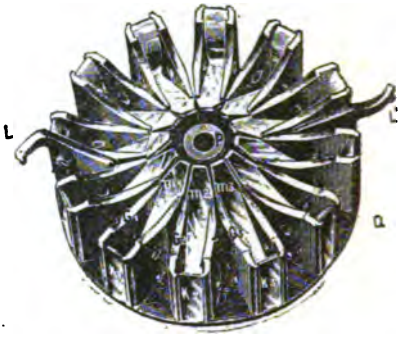


Fig. 176.

dant M_1, M_2... Le plateau R est relié au plateau qui porte le système éclairant par l'intermédiaire des leviers L, L′ qui viennent s'engager dans les

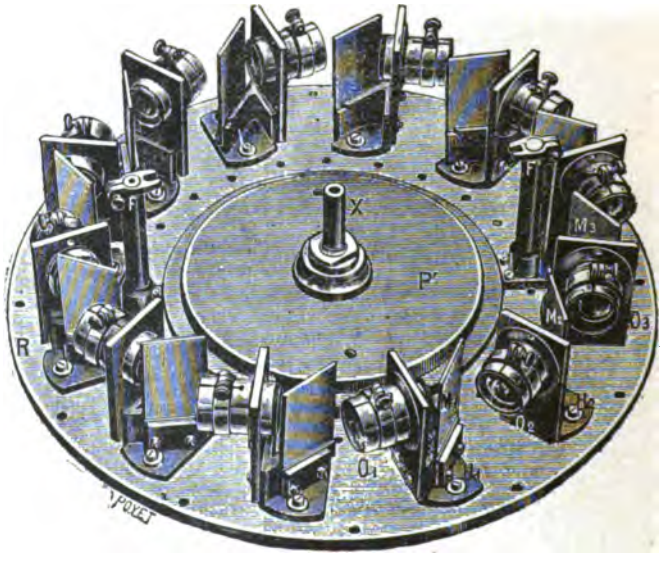


Fig. 177.

fourchettes FF′ portées par des colonnes, diamétralement opposées, solidaires du plateau R (*fig. 178*). Le mouvement de rotation du système est obtenu par la poulie à gorge V, reliée par une courroie sans fin à un petit

moteur électrique. Les leviers L et L′ sont relevés verticalement pour introduire le porte-pellicule ; ils sont ensuite rabattus (*fig. 178* et *179*).

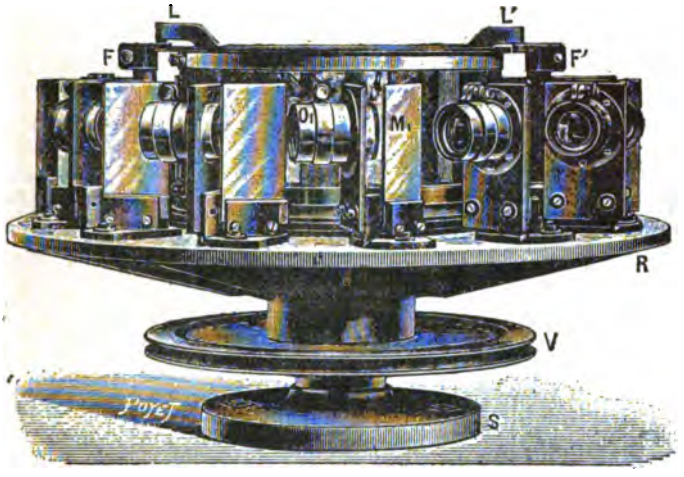


Fig. 178.

Cet appareil permet donc de photographier le tour de l'horizon complet ; il donne des images panoramiques susceptibles d'être projetées avec un

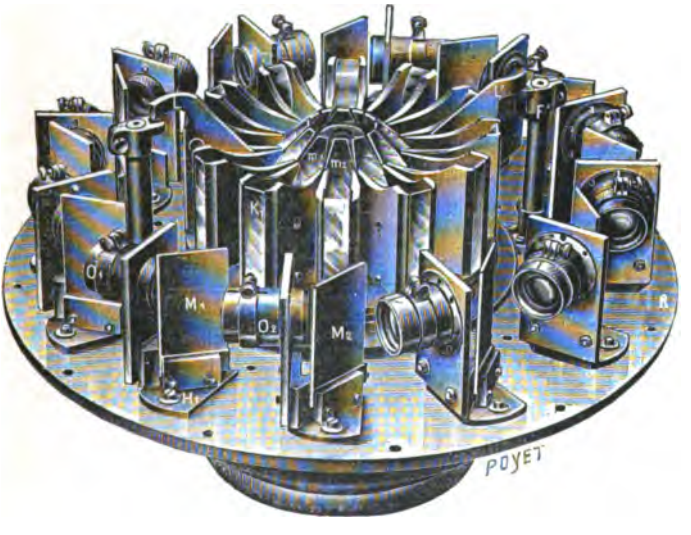


Fig. 179.

fort grossissement d'environ 100 diamètres ; les images sont lumineuses et susceptibles d'être substituées facilement les unes aux autres.

§ 4. — Cinématographie.

1721. Cinématographes pour pellicules. — De très nombreux types de cinématographie ont été construits pour obtenir les négatifs sur pellicules et projeter ces négatifs imprimés sur pellicules. MM. Demény, Gaumont, Mendel, Pathé, etc., ont établi de nombreux modèles d'appareils permettant un fonctionnement régulier. M. Drouin[1] a utilisé un mécanisme spécial d'entraînement de la bande pelliculaire. Ce mécanisme laisse la bande immobile pendant les trois quarts du temps total; la partie de la bande qui se présente en face de l'objectif est guidée, comme d'ordinaire, par un

Fig. 180.

cadre où elle passe à frottement doux. MM. Pathé frères ont utilisé exclusivement des mouvements circulaires; les cliquets, rochets, sont supprimés; le bruit est insignifiant[2].

M. Gaumont a établi un chronophotographe (*fig. 180*) qui est un des appareils les plus portatifs qui existent[3]. Il permet d'obtenir cinq cents images sur des bandes qui sont d'un prix peu élevé et qui ont 5 mètres de long. Les images se développent très facilement au moyen d'un petit cadre spécial sur lequel on les assujettit pour les tremper dans le bain. L'objectif employé est au point à partir de 2 mètres; il peut aussi servir pour des distances plus rapprochées en le faisant coulisser dans la monture qui le porte. Il sert aussi pour projeter les vues obtenues lorsqu'elles ont été reproduites en positif. La prise des images se fait facilement, soit en tournant une manivelle à la main et en posant l'appareil sur un pied, soit en utilisant le mouvement d'horlogerie et en tenant l'appareil à la main

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1897, p. 354. — 2. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1897, p. 136. — 3. *Photo-Gazette*, 1900, p. 177.

si on le désire. Un appareil de plus grandes dimensions (*fig. 181*) avec bandes de 35 millimètres est établi pour professionnels.

M. Gaumont construit un poste-cinématographique à projection continue. Il se compose (*fig. 182*) d'un bâti de fonte, d'un chrono-projecteur avec compresseur à galets et objectif à court foyer, d'une petite dynamo actionnant le chrono et d'un rhéostat servant à régler la vitesse, de deux bras avec pou-

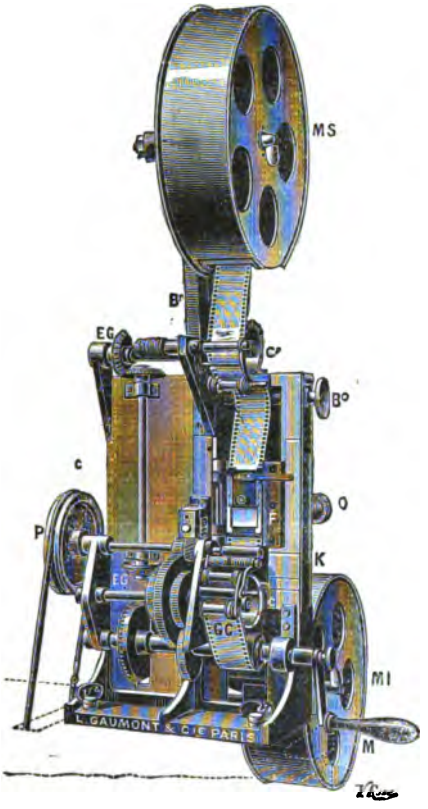


Fig. 181.

lies de renvoi et d'un cadre en tôle avec galets en bois pour l'enroulement continu de la pellicule, enfin d'une lanterne avec condensateur, cuve à eau à faces parallèles, verre dépoli à coulisses; deux commutateurs commandent l'un la dynamo, l'autre la source lumineuse. Ce poste peut utiliser des bandes de 5 mètres à 20 mètres de long[1]; on peut dans le modèle le plus récent l'installer sur un pied spécial (*fig. 183*).

MM. Reulos, Goudeau et Cie ont établi sous le nom de *mirographe* un

1. ***Bulletin de la Société française de photographie***, 1901, p. 203.

petit cinématographe d'amateur; les dimensions de l'appareil sont des plus réduites (15 × 11,5 × 7 centimètres). Les images ont 21 millimètres de largeur et 6 millimètres de longueur; les pellicules impriment quatre-vingt-quatre photographies au mètre, soit cinq cents pour toute la bande, en quarante secondes environ. Ces images peuvent être projetées par transparence sur écran de 1 mètre par éclairage au pétrole. Les images sont projetées par l'appareil dans lequel un dispositif spécial supprime la trépidation.

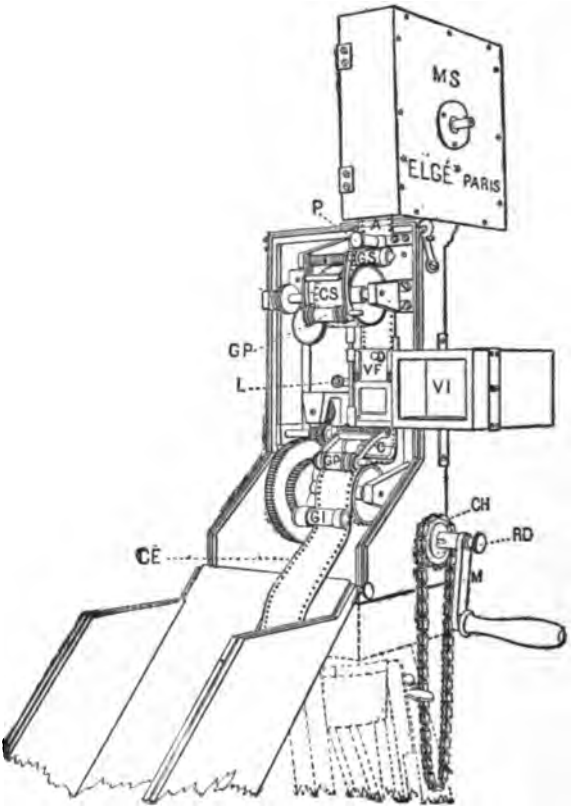


Fig. 182.

La durée de l'exposition des images est des trois quarts et la durée de l'escamotage un quart de celle du mouvement total; les ailettes de l'obturateur de projection, d'une forme toute spéciale, permettent d'arriver à la suppression du scintillement. Avec le mirographe, on peut combiner un *miroscope* : l'ensemble forme une sorte de kinétoscope, évitant les projections et permettant de voir grossies les vues prises avec le mirographe. L'observation de ces vues peut être faite soit en plein jour, soit à la lueur d'une lampe[1].

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 545.

M. G. Mendel a construit un appareil appelé le cinézootrope permettant à plusieurs personnes d'observer simultanément les bandes pelliculaires obtenues avec des négatifs cinématographiques.

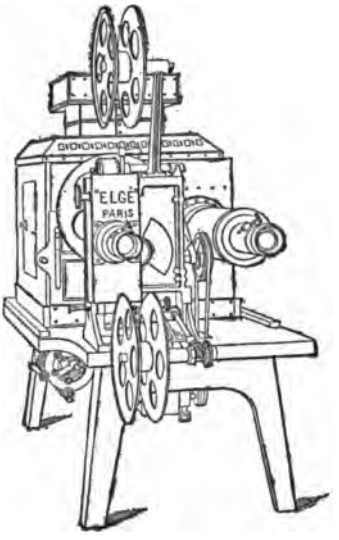


Fig. 183.

Pour éviter le défaut de fixité des images examinées avec certains cinématographes par projection, M. Gaumont emploie sous le nom de « Grille » un appareil fondé sur un assemblage à claire-voie de petits carreaux imitant les mailles d'un filet; il est constitué ou par des réseaux opaques appliqués sur une surface transparente, ou par une surface opaque ajourée en claire-voie. Il suffit d'interposer l'appareil entre les yeux du spectateur et l'image projetée et de lui donner un léger mouvement de va-et-vient dans un sens ou dans l'autre pour voir, avec une netteté absolue et sans la moindre trépidation, se dérouler la scène animée qui a été photographiée.

MM. Lumière frères ont insisté sur les dangers que peut présenter le maniement défectueux des cinématographes à pellicule. Il est extrêmement facile de se mettre à l'abri de tout accident lorsqu'on a recours à des appareils construits avec le souci de la sécurité. Pour éviter complètement les suites de l'imprudence et de la maladresse des opérateurs, MM. Lumière ont remplacé dans leur excellent cinématographe le condensateur de l'appareil de projection par un ballon ordinaire en verre que l'on remplit d'eau. La lumière ainsi obtenue est plus blanche, l'effet de la coloration verte du verre de la lentille étant supprimé. Si le ballon doit être enlevé pour une cause quelconque, s'il se casse, si l'eau s'écoule ou s'évapore, la condensation des radiations n'a plus lieu et il n'y a plus aucun échauffement à redouter.

M. Gaumont[1] construit sous le nom de *Kinora*, d'après les brevets

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 240.

Cassler et Lumière, un appareil du genre du mutoscope, dans lequel une série d'épreuves imprimées sur papier, d'après les négatifs d'une bande cinématographique, sont réunies les unes au-dessus des autres. L'appareil se compose d'une boîte de forme parallélipipédique, présentant sur sa face un oculaire muni d'un abat-jour et sur son côté droit une fenêtre rectangulaire. Le rouleau contenant les images photographiques est actionné automatiquement par un mouvement d'horlogerie, et chaque image est accrochée et retenue un instant par un doigt métallique; elle se trouve alors juste en face de l'oculaire, ce qui permet au spectateur de la voir nettement. La substitution d'une image à l'autre est suffisamment rapide pour que, persistant sur la rétine, les impressions successives donnent l'illusion du mouvement.

1722. Projections stéréoscopiques. — M. Knigth a montré des projections stéréoscopiques au moyen d'un dispositif très simple[1]. Les deux images étant projetées sur l'écran, on les examine en se servant d'une planchette en bois mince ou en métal percée de deux ouvertures que l'on place devant les yeux; l'œil gauche examine l'image gauche directement à travers la première ouverture, l'œil droit regarde l'image droite à travers la seconde ouverture par l'intermédiaire de deux miroirs, l'un fixe, l'autre mobile autour d'une charnière; on oriente ce miroir de manière à superposer les deux images; un écran en carton mobile le long de la cloison séparative est placé de manière à cacher l'image droite à l'œil gauche, l'image gauche à l'œil droit (*voyez* p. 363).

M. Drouin a imaginé un stéréoscope à double réflexion totale qui permet de réaliser de nombreux avantages, et en particulier de regarder des épreuves d'un format quelconque, depuis la grandeur d'un timbre-poste jusqu'à plusieurs mètres carrés projetées sur un écran. Il n'exige pas d'être réuni à l'épreuve par un support rigide; par conséquent il peut servir à regarder, des épreuves encadrées ou collées dans un album, ou imprimées dans une publication. Il ne grossit pas l'image, ce qui est important pour l'examen des stéréogrammes imprimés en phototypographie; il permet de regarder indifféremment des épreuves collées normalement ou des épreuves retournées, collées l'une au-dessus de l'autre, etc.; il s'adapte à tous les écartements d'yeux et à tous les écartements d'épreuves; il est très peu encombrant et ne pèse que 70 grammes. L'appareil est formé d'un prisme à double réflexion totale, déterminé de telle façon que le rayon incident moyen et le rayon émergent moyen traversent normalement les faces correspondantes; il est par suite achromatique[2].

1723. Stéréocinématographe. — MM. A. et L. Lumière ont fait breveter un appareil destiné à recevoir et à montrer les images stéréoscopiques d'objets en mouvement. Les images de dimensions très réduites sont regardées dans l'instrument en plaçant les yeux au microscope qui, renversant les images, les restituent dans leur vrai sens en évitant la transposition stéréoscopique[3].

1. *Camera Club*, 1899. — 2. *Photo-Gazette*, 1899, p. 175. — 3. *La Photographie*, 1901, pp. 185, 187.

Dans le but d'obtenir la vision stéréoscopique en cinématographie, M. A. Rateau a proposé d'utiliser deux objectifs qui prendraient alternativement une série d'images un peu différentes de la scène à reproduire. Ces images seraient projetées alternativement sur l'écran et examinées à l'aide d'une sorte de jumelle dans laquelle un obturateur, vibrant ou tournant synchroniquement avec l'obturateur de l'appareil de projection, ne permettrait de voir qu'alternativement avec un œil, et avec l'autre les images photographiques projetées en séries alternées : l'œil droit ne voyant que les tableaux de la série de droite, et l'œil gauche que ceux de la série de gauche. Le synchronisme des deux obturateurs serait obtenu électriquement.

CHAPITRE II.

STÉRÉOSCOPIE.

§ 1. — MATÉRIEL.

1724. Objectifs. — Les objectifs que l'on utilise pour la production des images stéréoscopiques ont, en général, un foyer trop long. L'emploi d'objectifs de courte distance focale présente de grands avantages : ils accusent une profondeur de champ plus grande, mesurée en mètres et non en distances focales; ils permettent d'opérer plus rapidement, sont plus petits, plus légers et coûtent moins cher que ceux à grande distance focale. En regardant les images stéréoscopiques avec des oculaires de mêmes foyers que ceux des objectifs qui ont servi à les produire, toute exagération de perspective disparaît. Si pour la plaque 9×12 on adopte un objectif de 15 centimètres de foyer (et le plus souvent la distance focale de l'instrument destiné à ce format de plaque est 12 à 13 centimètres), on devra prendre, pour le format de l'image stéréoscopique de 6×7 centimètres, un objectif d'environ 0,09 centimètres de foyer [1]; on peut arriver à 50 millimètres, mais il est bon de ne pas descendre au-dessous, sauf dans le cas très particulier de monuments, intérieurs, etc. En pratique, on se servira le plus souvent d'un objectif donnant un angle d'environ 45° pour le champ de l'épreuve stéréoscopique dont le coté a 6 centimètres. On obtient ce résultat avec des anastigmats doubles de 70 à 75 millimètres de foyer. Le mieux est d'utiliser une trousse de lentilles simples anastigmatiques que l'on emploie soit comme objectifs simples, soit comme objectifs combinés; il suffit, en général, de trois séries de lentilles simples (10, 15 et 19 de foyer environ) qui, combinées deux à deux, donneront une variété suffisante de distances focales pour répondre à tous les besoins.

1725. Chambres noires. — Cette nécessité de l'emploi d'une trousse entraîne celui de la chambre à soufflet ou de dispositifs spéciaux. M. Fauvel a construit une nouvelle chambre noire stéréoscopique utilisant les plaques de 8×16 centimètres (ou deux plaques de 8×8 centimètres) qui est remarquable par sa légèreté et par la précision avec laquelle sont ajustées les diverses pièces de l'appareil. C'est une chambre oblongue, à souf

1. *Photo-Gazette*, 15 juin 1898; 25 novembre 1898, p. 148.

flet (*fig. 184*), dont les dimensions sont 197 × 127 × 48 quand elle est fermée; son poids est de 650 grammes; chaque châssis double à rideau pèse 130 grammes. L'avant est muni d'une planchette à décentrement permettant un mouvement de 0m025 dans le haut et de 0m015 dans le bas, ce qui est suffisant dans les cas exceptionnels, puisque la ligne d'horizon peut être placée à 0m010 du bord de l'image, soit un septième de la hauteur. Un viseur clair, à cadre solidaire de la planchette d'objectif et œilleton solidaire du cadre-arrière, permet une mise en plaque très exacte, lorsque l'on utilise cet appareil comme chambre main. Avec cette chambre, le constructeur livre des anastigmats symétriques Lacour, montés sur obturateur Otto-Lund.

Fig. 184.

M. Clouzard[1] a apporté d'intéressantes modifications aux chambres stéréoscopiques. La planchette qui porte l'écrou servant à fixer la chambre sur pied est mobile, de telle sorte qu'il est toujours possible d'amener le centre de gravité de l'appareil sur la verticale passant par l'axe de l'écrou : c'est là une condition très avantageuse pour la stabilité de l'appareil. Au lieu de porter un écrou, cette planchette est percée d'un trou où passe la tête de la vis, laquelle glisse dans une fente; cette vis traverse la tête du pied, et un ressort à boudin en fait automatiquement monter la tête; son écrou, qui est à oreilles, est en dessous de la tête du pied, et il suffit de deux ou trois tours de cet écrou pour que la chambre soit solidement fixée sur le pied. Chaque tenon de la tête de pied porte une vis calante dissimulée dans le bois; elle déborde légèrement; le contour de la tête en est molleté, ce qui permet au doigt de la faire mouvoir afin d'assurer l'horizontalité de la chambre.

1726. Chambres à main. — Il a été construit dans ces dernières années un très grand nombre de chambres à main destinées aux travaux de stéréoscopie. La tendance actuelle est de réduire le plus possible le format

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 181.

des épreuves stéréoscopiques, sauf à utiliser dans le stéréoscope des oculaires à large diamètre, donnant une amplification qui n'est limitée que par le grain de la gélatine et le foisonnement de l'image. On réalise ainsi certains avantages qui sont à prendre en considération : légèreté de l'appareil, d'où stabilité plus grande pendant la visée du sujet; légèreté des plaques, prix de revient de chaque épreuve peu élevé. On a réduit successivement le format jusqu'à la plaque 4,5 × 4,5; voici par dimensions de formats les principaux appareils relatifs à chaque format.

M. J. Richard a l'un des premiers utilisé la dimension 45 × 107 millimètres, donnant deux épreuves sur la même plaque, chaque épreuve ayant environ 0m045 de côté. Ce format, qui est connu sous le nom de format du *vérascope* (B, p. 367), a été adopté par un très grand nombre de constructeurs (*fig. 185*).

M. J. Richard a d'ailleurs perfectionné le vérascope et l'appareil tel qu'il a été modifié en 1900 constitue certainement l'un des instruments les plus précis que l'on puisse employer pour la stéréoscopie. Le vérascope modèle 1900

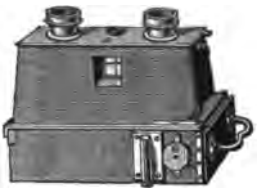


Fig. 185.

comprend deux objectifs munis de diaphragmes d'ouverture variable, un obturateur instantané avec dispositif spécial qui ferme le viseur clair si l'appareil est au cran de sûreté. La vitesse de l'obturateur est modifiable et il peut être utilisé pour l'obtention d'épreuves posées; un niveau d'eau, un compteur automatique complètent cet instrument que nous utilisons très fréquemment. Les magasins qui contiennent les porte-plaques ont été modifiés de façon à éviter toute introduction accidentelle de lumière; l'adjonction d'un volet spécial permet d'avoir immédiatement la plaque prête pour la pose. Quand on veut remplacer par un autre un magasin dont toutes les plaques ont posé, on substitue au volet court du magasin de l'appareil un autre volet, de telle sorte que le changement de l'ensemble se fait rapidement en plein jour. Ce nouveau modèle permet donc d'éviter la manœuvre du volet au moment de faire la photographie, manœuvre que l'on pouvait oublier d'exécuter. La rapidité de l'obturateur est suffisante pour les instantanés rapides, et si l'on veut agrandir les images, la netteté permet d'atteindre la limite à laquelle le grain de la gélatine fait obstacle à l'agrandissement.

La même dimension de plaque est adoptée pour l'appareil stéréoscopique désigné sous le nom de *Marsouin* par M. Hanau[1]. Cet appareil est du type de ceux à magasin de plaque, mais à magasin de volume minimum : en

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 341.

effet, dans les appareils usuels, on impressionne la plaque qui est par-dessus, puis on tire le magasin et on le repousse aussitôt. M. Hanau fait le contraire : avant d'opérer, il tire le magasin et c'est la plaque du dessus qui est retenue et tombe au fond de la boîte du tiroir; ce dernier devient la chambre noire. La plaque est amenée dans cette position par deux ressorts qui la maintiennent en place bien appliquée au foyer de l'objectif. L'appareil est construit entièrement en aluminium et le magasin pour dix-huit plaques (*fig. 186*) est assez épais pour dispenser d'employer une chambre

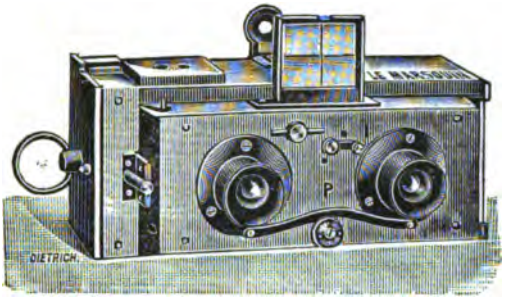


Fig. 186.

noire. Quand on opère le tiroir étant ouvert, on est par là même assuré d'avoir escamoté la plaque (*fig. 187*). Une séparation métallique à charnière et ressorts tombe automatiquement au centre de la plaque pour limiter les deux images; et comme cette séparation est très mince, il en résulte que les

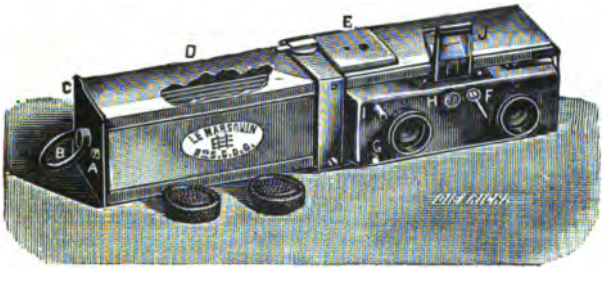


Fig. 187.

négatifs sont rectangulaires et non carrés[1]. L'appareil pour le format 45 × 107 pèse 600 grammes et ses dimensions en largeur, hauteur et longueur sont 52 × 65 × 135 millimètres (*fig. 188*).

M. Joux a construit sous le nom d'*aléthoscope* un appareil pour plaques de ce même format 45 × 107; l'obturateur à vitesse variable est placé derrière les objectifs que l'on peut utiliser avec leurs diaphragmes. Dans la

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 326.

jumelle *Minima* de M. Mackenstein, l'obturateur agit au centre des lentilles; la jumelle minima est munie d'une crémaillère pour la mise au point et d'un magasin à tiroir détachable pour dix-huit plaques 45 × 107.

Le *Stéréopocket*, de M. Schrambach pour épreuves du même format est muni d'un bloc-système qui arrête le fonctionnement lorsque la dernière épreuve a été obtenue.

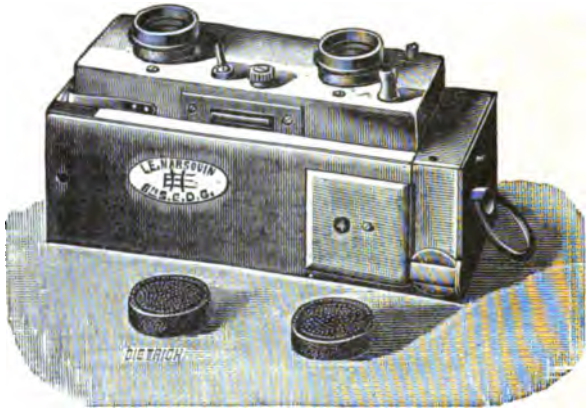


Fig. 188.

Le *Stéréoloscope* de M. Cornu est de la forme dite folding, c'est-à-dire de la forme des appareils dans lesquels l'avant se rabat pour former le support de la planchette d'objectif. Lorsqu'il est fermé, il mesure 0m130 de long sur 0m060 de large et 0m035 d'épaisseur; il est entièrement en métal et son poids est de 550 grammes. Les plaques se placent dans de petits châssis fermés par un volet[1].

Fig. 189.

Le *Photo-stéréo-binocle* Goerz[2] a exactement la forme d'une jumelle de

1. *Photo-Gazette*, 1901, p. 143. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 541.

théâtre ordinaire (*fig. 189*); les deux tubes de la jumelle servent en même temps de chambres noires. Cet appareil sert successivement de jumelle de théâtre, de jumelle de campagne et d'appareil photographique, permettant de prendre des épreuves simples et stéréoscopiques, instantanées ou posées, du format 4,5 × 5 centimètres. Il n'y a pas à dévisser ou à démonter l'instrument pour le transformer en chambre noire ou en jumelle d'observation (*fig. 190*). Les châssis sont construits en minces plaques d'acier laminé et sont complètement étanches à toute infiltration de lumière.

Un format qui est aussi très employé est le format 6 × 13; il représente le tiers de la plaque 13 × 18 et donne des épreuves stéréoscopiques chacune sensiblement à la dimension des épreuves du Congrès; il permet aussi

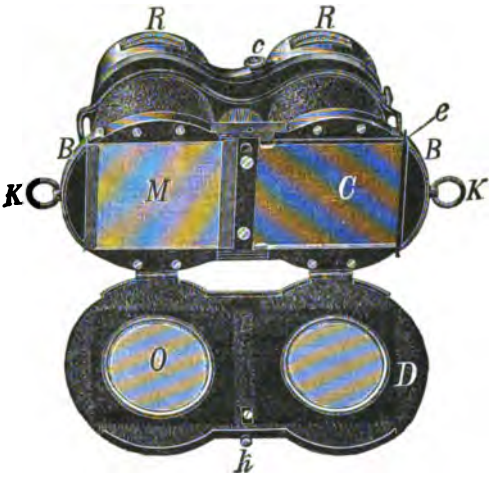


Fig. 190.

d'imprimer directement d'après le négatif des images sur plaques pour projections.

M. Richard a construit sous le nom d'*Homéoscopes* deux nouveaux types d'appareils permettant d'obtenir douze négatifs stéréoscopiques du format 6 × 6,5 ou vingt-quatre vues simples. Des modifications très ingénieuses faites au magasin à répétition permettent d'escamoter les glaces dans n'importe quelle position de l'appareil qui est à mise au point facultative pour le format 8 × 9. Tous les perfectionnements récents relatifs à l'escamotage des plaques, au fonctionnement de l'obturateur ou des objectifs se trouvent réalisés dans cet instrument.

M. L. Joux a établi depuis peu de temps, sous le nom de *Stéréopochette* à décentrement panoramique, un appareil permettant d'obtenir des vues stéréoscopiques du format 6 × 13. C'est une chambre noire (*fig. 191*) du genre folding entièrement en aluminium; les ferrures seules sont en maillechort, métal inoxydable et plus agréable d'aspect que le cuivre; il est gainé en maroquin noir. Afin d'éviter les décollements du soufflet, celui-ci est fixé au moyen de cadres métalliques vissés sur la chambre. Les plaques sont

enfermées dans des châssis métalliques simples, avec volets en tôle d'acier n'ayant chacun que 0m004 d'épaisseur et d'une étanchéité absolue; ces châssis peuvent d'ailleurs être remplacés par un magasin de douze plaques

Fig. 191.

à escamotage et à compteur automatique. On peut utiliser l'appareil pour obtenir des vues du format 6 × 13 en plaçant l'un des objectifs au centre de l'appareil (*fig. 192*).

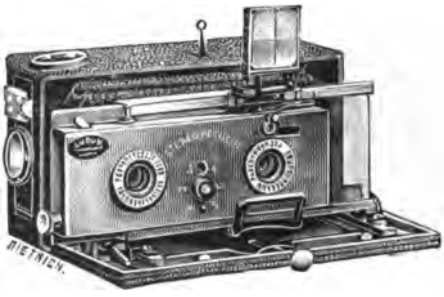


Fig. 192.

Les *Stéréospidos* Gaumont, panoramatiques automatiques, permettent la prise de vues oblongues et de vues stéréoscopiques. Avec presque tous les appareils du même genre, il faut le plus souvent enlever le magasin et la séparation stéréoscopique, ce qui peut être une cause de voile. Dans l'appareil de M. Gaumont l'enlèvement de la séparation stéréoscopique se fait automatiquement, sans retirer le magasin de l'appareil, ni même refermer son rideau. La seule action de pousser la planchette de décentrement pour amener l'un des objectifs au centre de la plaque escamote la séparation stéréoscopique qui pivote sur son axe et vient se placer contre la paroi intérieure de l'appareil (*fig. 193* et *194*).

Les objectifs choisis pour la stéréoscopie sont à court foyer, de telle sorte que pour le panorama l'angle de champ est de 80 à 90°. La visée de l'appareil demeure, et cela d'une façon encore automatique, dans les conditions où elle se trouvait pour la vue stéréoscopique; on peut même décentrer verticalement encore si on le désire. Les porte-plaques du magasin peuvent rece-

voir soit une plaque 6 × 13, soit deux plaques 6 × 6,5, ce qui permet, dans le second cas, de tirer les diapositifs par contact en une seule opération. Cet appareil est construit aussi dans le format 8 × 16.

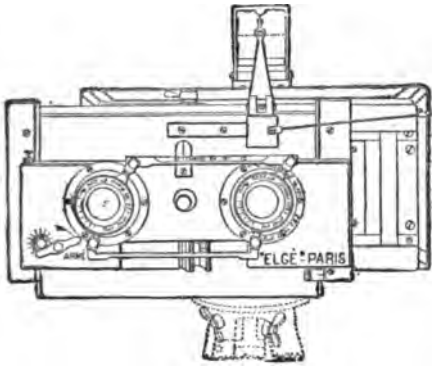


Fig. 193.

Fig. 194.

Le même constructeur a établi une planchette (*fig. 195*) permettant d'obtenir en deux poses des vues stéréoscopiques avec les spidos simples; un support à genouillère (*fig. 196*) permet une mise en station très précise.

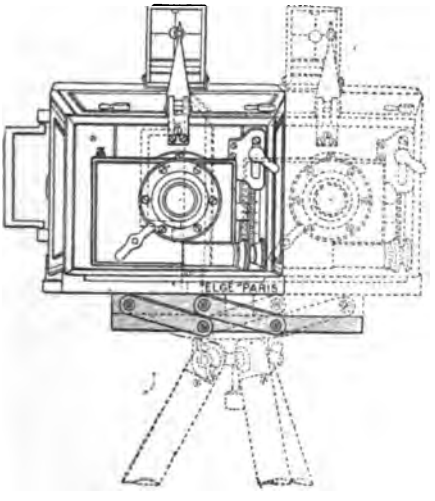


Fig. 195.

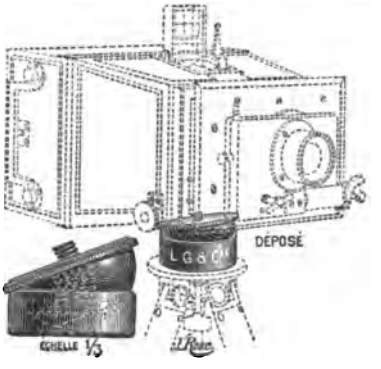


Fig. 196.

M. Mackenstein a désigné sous le nom de *Francia* une série de jumelles stéréoscopiques pouvant donner des vues panoramiques. La cloison mobile qui sert à obtenir les deux vues stéréoscopiques et qui doit disparaître du champ que les rayons lumineux auront à couvrir panoramiquement se dé-

place à l'aide d'un seul mouvement : il suffit de pousser vers la gauche la partie mobile portant les objectifs et l'obturateur (*fig. 197*); un poussoir vient agir contre le haut de la cloison qui, suivant l'impulsion reçue de ce poussoir, remonte graduellement vers le haut de la jumelle pour s'y loger. Un dispositif spécial permet de décentrer l'objectif lorsque la jumelle est ainsi employée pour obtenir des vues simples. Le décentrement pour les vues

Fig. 197.

stéréoscopiques est d'une amplitude très grande, et le viseur est repéré de façon à correspondre à chacun de ces décentrements. Un pendule extra-mobile permet de placer l'appareil d'aplomb. Le viseur est à double usage et permet la visée soit à hauteur des yeux, soit à hauteur de la poitrine. Le magasin (*fig. 198*) peut recevoir des plaques 6 × 13 ou des plaques

Fig. 198.

6 × 6,5. On peut aussi utiliser les châssis doubles à rideau ou encore un châssis spécial permettant l'emploi des bobines sur pellicule. (Voir p. 174.) L'obturateur de plaque peut s'adapter à la plupart de ces jumelles (*fig. 199*).

M. Bellieni a établi des jumelles stéréoscopiques à décentrement pour le format 6 × 13 et le format 8 × 18 (*fig. 200*). Ce mouvement est de 0m016. En retournant l'instrument, on a également un décentrement de 0m016 vers le bas, permettant de photographier les premiers plans quand on est sur une station élevée. La valeur du décentrement nécessaire se lit sur une gra-

duation gravée sur la coulisse qui porte l'œilleton. Une vis à pas très rapide permet le déplacement de la planchette qui porte les objectifs et l'obturateur. L'échelle qui donne la mise au point pour les différentes distances est placée sur le devant de l'appareil et sous les objectifs; les divisions en sont gravées sur un arc de cercle. L'obturateur est à simple guillo-

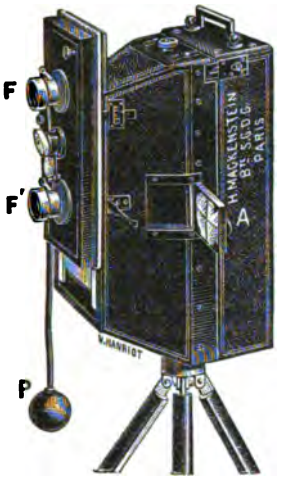


Fig. 199.

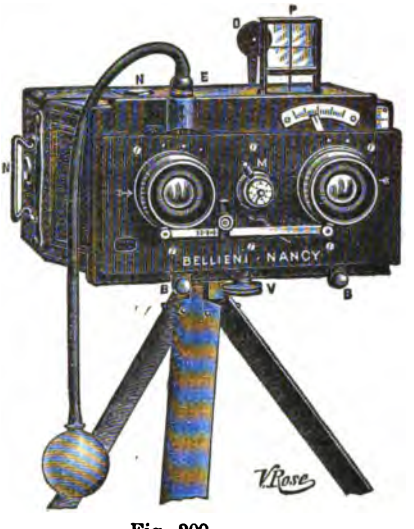


Fig. 200.

tine et placé derrière les objectifs; il se déclanche à la main ou à la poire. L'appareil est muni de deux niveaux sphériques, et, en plus, d'un fil à plomb qui permet d'obtenir une horizontalité parfaite quand on opère à la

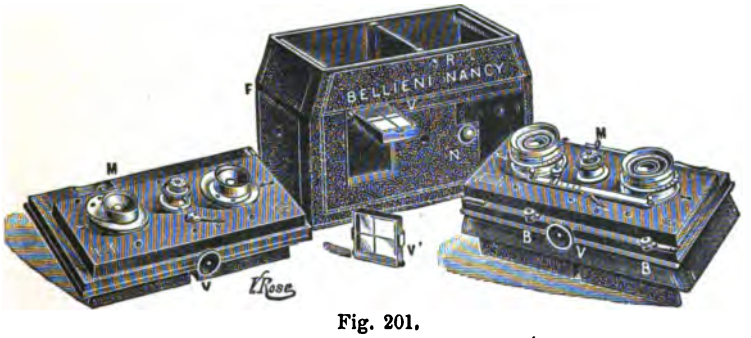


Fig. 201.

hauteur de l'œil et à la main. L'ouverture du magasin est placée sur la partie gauche de la jumelle pour que l'on puisse toujours, en sortant le volet, retirer du magasin les plaques impressionnées. Le modèle de jumelle le plus complet établi par M. Bellieni permet l'emploi de deux caisses

d'objectifs de foyers très différents : l'un de 0m110 pour les vues courantes, l'autre de 0m080 de distance focale (*fig. 201*). Le changement d'objectif se fait instantanément, puisqu'il suffit pour enlever les objectifs de sortir un verrou qui fixe la partie antérieure de la jumelle sur la boîte et de remplacer cette partie de l'instrument par une autre semblable de hauteur moindre. L'image vue dans le viseur est exactement la même que celle reçue par la glace sensible, quel que soit le foyer des objectifs employés, et un

Fig. 202.

perpendicule assure l'horizontalité de la jumelle quand on opère à la main à hauteur de l'œil [1]. Ces jumelles se font dans les formats 8 × 18 et 6 × 13 (*fig. 202*) permettant l'emploi de plaques séparées 8 × 9 et 6 × 6,5.

Les téléobjectifs et l'obturateur à rideau (*fig. 203*) peuvent s'adapter à

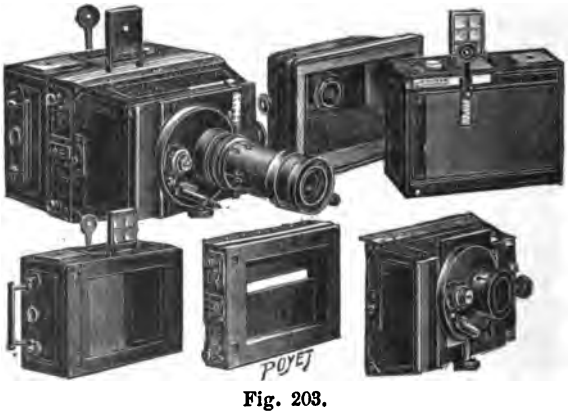


Fig. 203.

tous ces appareils de M. Bellieni ; ils constituent alors des appareils universels dans toute l'acception du mot.

1 *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 222.

Dans ces derniers temps, M. Bellieni a fait une application des plus importantes de la téléstéréoscopie à la photographie en montagne, grâce à l'emploi du téléobjectif qu'il est très facile d'adapter à ses jumelles universelles; ce téléobjectif n'augmente presque pas le poids du bagage du touriste et c'est là une condition à prendre en sérieuse considération. Les photographies téléstéréoscopiques obtenues près de Chamonix par M. Helbronner des aiguilles Verte et du Dru, du Plan, de Grépon et de Charmoz permettent de voir, plus distinctement que par l'observation directe à l'aide de la lunette, certains détails qui sont importants pour tracer un itinéraire d'ascension. Il est certain que l'art militaire, de même que la métrophotographie, pourront retirer des avantages sérieux de l'emploi de la télestéréoscopie.

Le *Stéréocycle* de M. Leroy est un appareil stéréoscopique à magasin pour les formats 5×5 et $6 \times 6{,}5$. Cet instrument, construit tout en métal, est des plus légers, et le magasin à plaques présente ceci de parti-

Fig. 204.

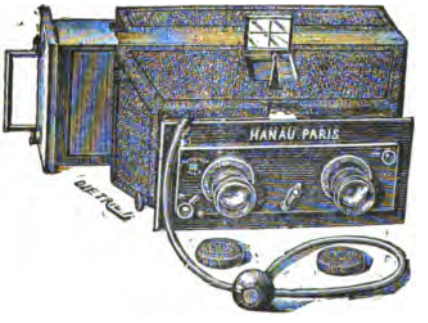


Fig. 205.

culier qu'il ne comporte aucun mécanisme, l'escamotage se faisant par la rotation complète de l'appareil sur lui-même. On peut contrôler par des ouvertures masquées de verres rouges si le changement a été bien effectué, les numéros des châssis apparaissant en face ces ouvertures (*fig. 204*).

M. Zion a construit une jumelle stéréoscopique pour le format 7×15 qui est à peu près abandonné aujourd'hui; il a remplacé cette ancienne forme d'appareil par une nouvelle jumelle stéréopanoramique, à décentrement dans les deux sens et utilisant des plaques de format 6×13, 8×16 et 9×18. Le décentrement se fait dans les deux sens, et la mise au point peut être faite pour toutes les distances à partir de deux mètres. La jumelle du format 6×13 se fait aussi sans décentrement, ce qui réduit considérablement le poids de l'appareil.

La nouvelle jumelle stéréoscopique pour plaques construitepar M. Hanau, sous le nom de *Hermosa*, est avec châssis-magasin interchangeable à douze plaques et compteur automatique (*fig. 205*). L'escamotage des plaques peut se faire dans toutes les positions sans qu'il soit besoin de l'enlever de son support quand on opère sur pied; une glace dépolie quadrillée permet d'effectuer la mise au point pour les objets rapprochés, et un viseur clair à réticule et à tige de mire monté à charnière se relève pour l'usage et se décentre automatiquement quand la position de la planchette porte-objectif

est modifiée. Les porte-plaques du magasin reçoivent des plaques ordinaires et ne nécessitent pas des plaques extra-minces qu'il est quelquefois difficile de se procurer. On peut avoir des châssis-magasin de rechange, ou bien utiliser des châssis doubles à rideaux pour deux plaques. Cet appareil se construit pour le format 8 × 16 en une seule plaque ou bien pour deux plaques 8 × 8. Le constructeur l'établit aussi pour le format 8,5 × 17, ou bien pour le format 9 × 18. Pour le format 6 × 13, l'appareil est établi à décentrement panoramique.

La jumelle stéréoscopique Papigny[1] se distingue des instruments du même genre par son mode spécial d'escamotage des plaques posées. L'opération s'effectue au moyen d'un bouton placé sur le côté du magasin. Ce bouton actionne une tige qu'il suffit de tirer et de repousser pour changer une plaque du format 8 × 8. Après avoir impressionné une vue pour stéréoscope, on change deux plaques. Cette manœuvre s'effectue avec l'appareil tenu à la main aussi bien qu'avec l'appareil placé sur un pied, et sans prendre de précautions spéciales. Après l'escamotage de la dernière plaque le mécanisme s'arrête, ce qui évite de faire poser deux fois les premières plaques exposées. Les porte-plaques sont entraînés et roulent sur un chariot muni de quatre galets; ce chariot constitue tout le mécanisme d'escamotage. Ce chariot supprime tout frottement, toute secousse, et évite la production de ces poussières qui criblent si souvent les négatifs de points transparents.

M. Suter a construit un appareil stéréoscopique basé sur un principe analogue à celui qui est utilisé pour les kodaks; avec ce nouvel appareil, on peut utiliser soit les plaques, soit les pellicules. La Compagnie Eastman a d'ailleurs établi depuis peu un kodak stéréoscopique employant les bobines de pellicule.

M. Derogy a établi, sous le nom de *Stéréostène*, un appareil stéréoscopique du genre des jumelles; il est muni d'un obturateur à pose et instantané, et de tous les accessoires des appareils de ce genre. Il est exclusivement construit pour utiliser les pellicules; dans ce but, il est muni de deux bobines : l'une pour enrouler, l'autre pour dérouler la bande pelliculaire que l'on peut charger en pleine lumière[2].

1727. Procédés opératoires. — Lorsque l'on utilise les chambres à magasin pour l'obtention de négatifs stéréoscopiques, il est indispensable d'épousseter très soigneusement ces appareils, car les taches formées par les grains de poussière sur les négatifs produisent un effet des plus désagréables lors de l'examen des images stéréoscopiques; ce nettoyage doit d'ailleurs être fait toutes les fois que l'on garnit un appareil à magasin et, si les parois du magasin sont en bois, il y aura intérêt à enduire ces parois de la composition connue sous le nom de Dustless, comme s'il s'agissait d'un appareil à un seul objectif.

Si les diaphragmes des objectifs stéréoscopiques sont du système à iris, il y a lieu de relier la bague qui commande chaque vis par une bielle, de façon à obtenir la même intensité pour les deux moitiés de l'image. Cette

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 220. — 2. *Le Photogramme*, 1899, p. 101.

intensité n'est pas d'ailleurs indispensable, et lorsque l'on opère sur plaques séparées, il est fort difficile de l'obtenir.

La photographie stéréoscopique de petits objets en grandeur naturelle a donné lieu a bien des discussions[1], et dans ces derniers temps on a construit bon nombre d'appareils destinés à ce genre de travail. M. P. Bergon obtient des photographies de petits objets en se servant de deux objectifs d'un appareil stéréoscopique distants de 6 centimètres. Pour obtenir un bon relief, on colle les deux épreuves à la distance de 0m065; aucune déformation n'est apparente.

M. Bellieni se sert d'une jumelle stéréoscopique dont les deux objectifs ont environ 0m11 de foyer. On dévisse l'un des objectifs, on obture l'ouverture de la rondelle de cet objectif que l'on applique parasoleil contre le parasoleil de l'autre objectif; à l'aide d'un tube spécial, on maintient les deux objectifs dans cette position : on obtient ainsi un système optique de distance focale moitié moindre que celle de l'objectif primitif. Sur le champ d'un pied d'atelier, on fixe d'équerre une petite planchette portant un trait vertical en son milieu. C'est sur ce support et suivant ce trait, à la hauteur voulue, que seront placés les objets à reproduire. On mène sur la table du pied, en partant de la verticale, une perpendiculaire au plan de cette table; cette droite doit passer par l'axe optique de l'objectif et doit tomber sur le milieu de la plaque sensible. On mène à 2mm5 d'écartement deux parallèles à cette normale. Il est facile de marquer sur le champ de la jumelle, à l'arrière, le centre de la plaque et de fixer, avec de la cire à modeler, une aiguille à l'avant du système optique conjugué pour en déterminer l'axe. On assure la concordance de l'aiguille et du point de repère avec le trait parallèle de gauche, puis sur la table, et contre la paroi extérieure de la jumelle, on fixe une réglette qui servira de butée pour la prise de la première image; on choisit une autre réglette à faces parallèles ayant une épaisseur de 0m005 qu'on intercalera entre la butée et la jumelle pour la prise de la seconde image : on aura ainsi un déplacement total de 0m05 pour les deux poses. La mise au point se fera sur l'objet, la jumelle étant placée sur la normale. On découvre alors l'objectif, la chambre étant à gauche; la première pose étant obtenue, on fait glisser la jumelle vers la droite et on découvre de nouveau l'objectif. En réalité, on obtient le même résultat que si l'on avait opéré avec deux objectifs écartés à 8 millimètres.

M. Mackenstein utilise pour le même objet ses chambres noires stéréopanoramiques. Par l'adjonction d'une seconde chambre noire d'une longueur égale à celle de la jumelle, la longueur du tirage est doublée et l'objectif peut alors reproduire l'objet à grandeur égale. Cette seconde chambre noire est constituée par une rallonge à soufflet, pouvant se loger dans la poche d'un vêtement quand elle est repliée, et à laquelle une fois développée, deux barrettes métalliques articulées assurent une rigidité complète. Cette allonge prend sur la jumelle stéréopanoramique la place occupée par le magasin à tiroir, qui vient à son tour se loger à l'arrière de la chambre ainsi modifiée. Tout le système se place sur une planchette spéciale que l'on visse sur un pied quelconque. L'appareil glisse le long d'une réglette fixe, et chaque objectif vient à son tour occuper une des stations déterminées par la dis-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901 et 1902, *passim*.

tance de l'objet à reproduire, stations qui doivent être aussi rapprochées que possible. La mise au point se fait à l'aide de la crémaillère de la jumelle et en observant l'image sur le verre dépoli. Cette rallonge a d'ailleurs un autre usage : elle permet de réduire de moitié le champ embrassé pour reproduire à une grandeur double les objets éloignés, soit qu'il s'agisse de faire une vue stéréoscopique ou une vue panoramique; il suffit pour cela de dévisser la lentille antérieure des anastigmats triples qui sont montés sur cet appareil.

M. Monpillard a fait établir par MM. Gaumont et Cie une planchette stéréoscopique qui n'est autre que la bascule stéréoscopique de Moitessier verticalisée. Le sujet à photographier restant immobile par rapport à l'objectif

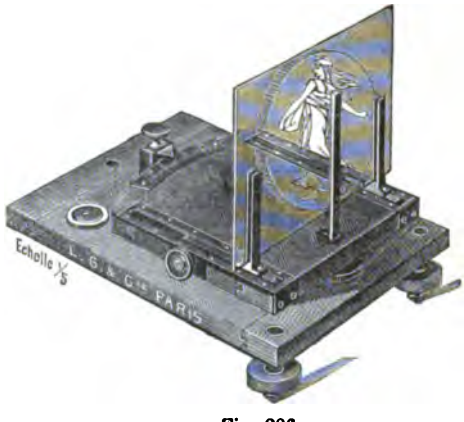


Fig. 206.

Fig. 207.

et à la chambre noire, on le fait pivoter sur lui-même suivant un axe passant par le milieu du premier plan de cet objet, cet axe se trouvant dans le prolongement de celui de l'objectif (*fig. 206*). L'effet produit par la bascule stéréoscopique de Moitessier donne de bons résultats pourvu que l'objectif ne tourne pas de plus de 4 degrés.

M. le Dr Destot a fait breveter l'emploi d'un appareil utilisant deux chambres du format 65 × 90 millimètres pivotant sur deux axes verticaux passant par les points nodaux postérieurs des objectifs et distants l'un de l'autre de 66 à 70 millimètres. Lorsque les chambres sont rassemblées, on peut faire du paysage comme avec tout autre appareil, et il suffit de faire converger les chambres pour obtenir des reproductions d'objets à toute distance; la limite tient seulement à la dimension des plaques et à la variété des objectifs employés. Cet appareil est semblable au *Jaminoscope* construit en 1859 (voyez tome I, p. 259).

Comme l'a fait observer M. Wallon, et c'est là ce qui avait empêché d'adopter cet appareil décrit il y a plus de quarante ans, il faudrait, pour éviter

une déformation dans les images ainsi obtenues, se servir pour leur examen d'un stéréoscope spécial dans lequel les deux épreuves seraient présentées sous un angle correspondant à celui des deux plaques au moment où la vue a été prise. Si cette condition n'est pas remplie, les deux vues ne peuvent donner le relief sans déformation.

Lorsqu'il s'agit de reproduire en grandeur naturelle de très petits objets, on a proposé d'utiliser successivement les deux moitiés d'un même objectif. M. Wallon a fait remarquer l'inanité de cette méthode qui constitue en réalité de la stéréoscopie par soustraction. Le principe même de la stéréoscopie exige que, pour les deux images, on prenne des points de vue différents, ce qui ne peut être réalisé qu'en partie avec un objectif de très grand diamètre par rapport aux dimensions et à la distance de l'objet, et dans ce cas la perspective est faussée.

M. R. Audra[1] a fait remarquer que jusqu'ici on avait proposé deux solutions du problème de la photographie stéréoscopique rapprochée : 1° écartement constant des objectifs ou angle de convergence variant de 12° à 180° en raison inverse de la distance de l'objet; 2° écartement variable, de façon à rendre constant l'angle de convergence (angle visuel de 12°). Il a proposé une troisième solution qui s'éloigne encore plus de la première et qui consiste à utiliser un écartement variable, de façon à faire varier l'angle de convergence, de 12° à 0° en raison directe de la distance des objets.

§ 2. — Procédés d'impression.

1728. Châssis à tirage. — Le châssis construit par M. Papigny permet en une seule fois le tirage des épreuves stéréoscopiques sur papier ou sur verre, et celui des épreuves à projections. Il est disposé de telle sorte[2] que deux négatifs du format 8×8 soient solidement maintenus l'un contre l'autre à la même hauteur, malgré la différence des plaques. On peut imprimer sur plaques du format commercial (85×170 millimètres), ou encore sur plaques 85×100 millimètres pour projections. Le même appareil peut servir pour les plaques de formats 8×9 ou 9×18 toutes les fois qu'en raison du nombre d'épreuves à tirer de chaque négatif il peut y avoir avantage à couper ceux-ci à la dimension voulue au lieu de répéter pour chaque épreuve l'opération qui consiste à faire le tirage en deux poses.

On peut établir facilement à l'aide de cartons opaques et d'un châssis de dimensions suffisament grandes des châssis-presse transposeurs permettant le tirage des négatifs stéréoscopiques sans séparer les deux images négatives.

M. Gaumont a construit, sous le nom *d'Épanastrophe* (retour sur soi-même), un châssis servant au tirage des diapositives stéréoscopiques du format 6×13 et qui utilise le stéréospido qui a fourni l'image négative. Comme tous les châssis à tirage stéréoscopique sans inversion de l'image, l'épanastrophe est semblable au châssis à diapositive de Bertsch[3]. La partie

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 66. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 356. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1864.

antérieure de l'appareil constitue un véritable arrière-corps du stéréospido; il se glisse et se fixe dans la rainure arrière au lieu et place du châssis magasin et sa cloison médiane prolonge exactement celle du stéréospido. Son extrémité libre se termine par un cadre dans lequel on place le négatif, gélatine en dessous. Le stéréospido ainsi agencé s'encastre sur le deuxième corps de l'épanastrophe et s'y fixe par des crochets. L'extrémité libre de ce deuxième corps présente un cadre à rainure semblable à celui de l'arrière du stéréospido et destiné à recevoir le châssis magasin de celui-ci. A l'aide d'un bouton placé à l'extérieur (*fig. 207*) on peut agir sur les diaphragmes, sur la guillotine obturatrice, etc. Le châssis magasin étant chargé de plaques diapositives au lieu de plaques ordinaires, l'épanastrophe est mis au jour à l'ombre comme s'il s'agissait d'un amplificateur. On ouvre une fois pour toutes le rideau du magasin, puis on tire la tige de la guillotine; on pose quelques secondes, on repousse la tige, et on escamote la plaque diapositive faite. On change le négatif et on recommence jusqu'à épuisement des douze plaques du magasin. Le tirage à la lumière du jour n'amène pas de mécomptes dans la pose, car il est facile de trouver le temps de pose pour un négatif quelconque, avec une épreuve sur verre; d'ailleurs, avec les plaques diapositives actuelles un écart dans la durée du temps de pose n'entraîne d'autre dommage que d'amener un changement de coloration dans l'image[1].

M. L. Van Neck a repris la construction du châssis de Bertsch en la modifiant légèrement. Le châssis auto-redresseur stéréogrammique qu'il a établi[2] a la forme d'une boîte rectangulaire dans laquelle il y a six parties distinctes : 1° le porte-négatif; 2° le porte-plaque ou papier recevant l'image; 3° le le chariot sur lequel s'insère la partie optique, celle-ci pouvant être constituée par l'appareil qui a servi à prendre le négatif; 4° un chariot permettant la mise au point; 5° une cloison séparant les deux images; 6° un ressort assurant le maintien rigide des phototypes à insérer. Ce dispositif permet d'obtenir des images plus nettes que celles obtenues par l'emploi du châssis alterneur, car les négatifs n'ont pas une planéité absolue, ce qui entraîne dans l'impression sur verre un certain foisonnement, sans compter les accidents qui peuvent se produire par le glissement des plaques les unes sur les autres.

Le châssis inverseur de M. Hanau permet d'obtenir, à dimension égale ou agrandie, des positives stéréoscopiques sans couper les négatifs originaux.

1729. Montage des épreuves stéréoscopiques. — Chaque épreuve doit être bornée à ses points homologues. Si l'on a des vues ayant une largeur plus petite que 65 millimètres, on maintiendra la distance de leurs points homologues à 65 millimètres. S'il s'agit d'épreuves sur papier, elles ne seront plus juxtaposées sur l'axe médian du carton; elles doivent avoir leurs premiers plans semblablement coupés; le rôle des premiers plans est d'amorcer en quelque sorte le relief pour le reste de l'image[3].

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 159. — 2. *Ibid.*, p. 208. — 3. *Revue suisse de photographie*, 1900.

§ 3. — Stéréoscopes, projections stéréoscopiques.

1730. Stéréoscopes. — M. Drouin[1], en utilisant le principe du stéréoscope à double réflexion totale dont l'idée est fort ancienne, a fait établir un appareil qui se prête aussi bien à l'examen des épreuves directes qu'a celui des épreuves projetées sur l'écran.

M. Cazes a fait construire par M. Pellin une nouvelle forme de stéréoscope à quatre miroirs possédant un grand angle de champ. L'instrument permet d'observer des épreuves stéréoscopiques du format 30 × 40, ce qui peut être très utile pour les applications scientifiques. Les épreuves panoramiques de dimensions moyennes (13 × 18 et au-dessus), correctement exécutées à l'aide de deux négatifs ordinaires et examinées dans cet appareil, acquièrent une vérité, un relief surprenant, que l'on n'obtient pas par les autres procédés.

M. Legendre[2] a modifié le stéréoscope américain. La chaîne sur laquelle sont disposées les épreuves est montée sur un cadre qui peut se retirer facilement de l'appareil; il suffit alors d'avoir un certain nombre de chaînes où les vues sont toutes montées et que l'on conserve à l'abri de la poussière dans des boîtes en carton. Le changement se fait très rapidement, et le meuble est disposé de façon à s'ouvrir à la hauteur des boutons qui servent à faire tourner la chaîne; il suffit, une fois le meuble ouvert à cet endroit, de soulever le cadre de bois qui la supporte pour la sortir de l'appareil garnie de toutes ses diapositives; la mise en place de la chaîne de remplacement se fait avec la même facilité.

M. Gaumont[3] a disposé un stéréoscope dans lequel la cloison ordinaire, employée pour empêcher l'empiétement des images l'une sur l'autre, est remplacée par un diaphragme carré placé près du verre des bonnettes. Ce stéréoscope est muni de deux molettes qui permettent la mise au point, ainsi que l'écartement des oculaires, selon les besoins de l'observateur. Cet écartement se fait trrès simplement dans le binocle stéréoscopique de ce censtructeur (*fig. 208*).

Le dispositif de stéréoscope adopté par M. Belliéni[4] présente une mise au point spéciale. Sous l'instrument, près de la poignée et à portée de la main, se trouve une roue molletée qui actionne une bielle et permet une mise au point parfaite de l'image pour les différentes vues. L'image à examiner est retenue par un support à double griffe; l'appareil est muni de deux lentilles achromatiques bien appairées.

M. Duchenne[5] a imaginé un stéréoscope dans le genre des stéréoscopes à colonne, mais dans lequel les vues ne sont pas montées sur une chaîne; elles sont tout simplement placées dans un tiroir et rangées comme des fiches; ce tiroir s'engage dans la partie supérieure de l'appareil et un tiroir vide semblable est engagé dans la partie inférieure. Un mécanisme très simple permet de faire passer successivement chacune des vues du tiroir de

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 74; *Photo-Gazette*, 1899, p. 175. — 2. *Photo-Gazette*, 1898, p. 222. — 3 *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 196. — 4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 37. — 5. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 389.

dessus dans celui de dessous, après l'avoir arrêté le temps que l'on désire devant un verre dépoli pour l'examiner. Lorsque toutes les vues sont passées devant l'observateur, elles se trouvent rangées dans le tiroir de dessous, suivant le numéro d'ordre qu'elles occupaient précédemment dans l'autre tiroir.

Le *Taxiphote* de M. Richard (*fig. 209*) est un appareil du même genre, spécialement construit pour examiner les diapositives faites soit d'après négatifs du vérascope, soit d'après négatifs de tout autre appareil de format quelconque imprimés à la dimension 45 × 107 millimètres. Cet instrument permet de faire monter en face de deux oculaires la diapositive que l'on désire examiner, placée dans une boîte à rainures, et de la reclasser

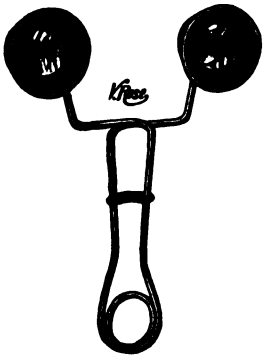


Fig. 208.

Fig. 209.

sans en jamais changer l'ordre. Les oculaires pouvant faire l'office d'objectifs, on conçoit comment, en éclairant fortement la diapositive, il est possible de la projeter sur l'écran. La forme extérieure du taxiphote et son volume permettent de le placer sur une table; extérieurement, il ressemble à un stéréoscope américain de cinquante vues : le socle du taxiphote contient cependant trois cent vues. Les boîtes à rainures, qui occupent un quart de chaque tiroir, contiennent vingt-cinq plaques; elles peuvent passer instantanément devant les oculaires. On place la boîte sur une plate-forme, et il suffit d'appuyer sur un levier par un mouvement très simple pour faire venir devant les oculaires du stéréoscope la plaque cherchée. La bande du milieu qui existe sur les diapositifs est utilisée pour écrire à l'encre ordinaire sur la gélatine tous les renseignements relatifs au sujet représenté. Il suffit de baisser une petite manette de l'instrument pour faire apparaître ces indications; celle-ci masque pendant ce temps les diapositifs; de cette façon l'illusion est complète, car on soustrait l'image à tout point de comparaison. Les oculaires etant de grande dimension et à mise au point rapide, l'examen des vues se fait sans aucune fatigue pour l'observateur.

M. Toupillier[1] a établi un stéréoscope à bandes pelliculaires; les diapositives sur verre sont remplacées par des bobines sur lesquelles s'enroule une pellicule sur laquelle ont été tirées des épreuves provenant de négatifs du vérascope.

1731. Projections stéréoscopiques. — M. J. Macé de Lepinay a donné une solution très élégante du problème de la projection stéréoscopique[2]. Il a obtenu ce résultat avec un appareil unique de projection et en munissant chaque observateur d'appareils assez légers pour qu'il puisse les conserver longtemps sans fatigue. Les deux vues stéréoscopiques sont projetées côte à côte; elles sont examinées au travers de simples bésicles, munis de deux prismes de crown d'angles égaux : les montures en sont rondes, ce qui rend possible le réglage. La distance de l'observateur à l'écran étant choisie telle que chaque prisme déplace chacune des images de la moitié de sa largeur, il en voit trois contiguës. Celle du milieu, seule, résulte de la fusion d'images différentes perçues par les deux yeux, et donne le relief stéréoscopique, d'autant plus accusé, par contraste, que les deux images latérales, résultant chacune d'impression monoculaires, ne le présentent pas; il est indispensable de projeter des images extrêmement nettes et l'emploi d'un objectif de bonne qualité est nécessaire.

Les prismes utilisés par M. Macé de Lépinay ont des angles de 12°, 10°, 8° et 6°. Leur défaut d'achromatisme est insensible. Pour des images de 1 mètre de côté, les distances correspondantes des observateurs sont 4m50, 5m40, 6m80 et 9 mètres; grâce à la mobilité des yeux, il est inutile de multiplier davantage les angles des prismes. Les photographies projetées doivent être disposées dans le même ordre que dans le stéréoscope ordinaire, c'est-à-dire inversées par rapport à celui dans lequel elles ont été obtenues.

Cette solution a une grande analogie avec celle qui a été proposée par le colonel Moessard[3], solution qui nécessitait l'emploi d'un appareil encombrant et lourd. L'appareil Moessard fait disparaître les images parasites; mais ces images ne sont nullement gênantes, et il n'est pas utile de les supprimer, ce qui allège singulièrement l'appareil.

La méthode du Dr Schobbens[4], comme toutes celles qui reposent sur l'emploi de verres de couleurs complémentaires, présente le double inconvénient de nécessiter deux appareils de projection et de donner lieu à une forte absorption de lumière.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 289. — 2. *Journal de physique*, 4e série, t. I, mai 1902. — 3. *Société de physique*, 7 juin 1895. — 4. *La Nature* t.II, 1890, p. 218.

BIBLIOGRAPHIE.

BERGLING (C. E.). *Stereoskopie für Amateur Photographen.*
BECKETT (E. A.). *The Art of Projection and complete magic lantern manual.*
BERGH (Van den). *Teoretisch en Practisch Hanbak der Projectie.*
BERNARD (J.) et TOUCHEBŒUF (L). *Petits clichés et grandes épreuves.*
BRUNEL (G). *Les agrandissements et la projection.*
— *Les objectifs et la stéréoscopie.*
CHADWICK (M. J.). *The Stereoscopic manual.*
COLSON (R.) *La photographie stéréoscopique.*
COURRÈGES (A). *Les agrandissements photographiques.*
DELAMARRE (Ach.). *Les agrandissements d'amateurs.*
— *La photographie panoramique.*
HEPTWORTH (T. C.). *The electric arc light fort lantern projection.*
MATHET (L). *Traité pratique de photographie stéréoscopique.*
MERCATOR (G.). *Die Diapositiv-Verfahren.*
PAAR (J.). *Die Gebrauchlichsten Vergrosserungen und Contactverfahren mit Entwicklung.*
PICKE (J). *Bromide Enlargements and how to make Them.*
RIS-PAQUOT. *Les agrandissements sans lanterne.*
ROTHWEL et SEYMOUR. *The Elements of Stereoscopic Photography.*
REYNER (A.). *Agrandissements, réductions, accessoires divers.*
SCHIENDL. *Die optische Lanterne und die Projection.*
SCHMIDT (H.) *Anleitung zum Projektion.*
STEINHAUSER. *Stéréoskopie.*
WALLON (E.). *Les agrandissements.*

LIVRE V.

APPLICATIONS SCIENTIFIQUES.

CHAPITRE PREMIER.

§ 1. — MICROPHOTOGRAPHIE.

1732. Appareils. — M. Zeiss a établi un nouveau statif pour micrographie et projections. Cet instrument présente de grands avantages sur les appareils similaires, car il possède un tube très large (0m049 de diamètre extérieur) permettant de supprimer toute réflexion des rayons marginaux. Les objectifs ayant plus de 0m035 de distance focale s'adaptent à ce tube à l'aide d'un tronc de cône de forme spéciale. Le mouvement rapide de ce tube se fait à l'aide d'une crémaillère; le mouvement lent est d'une extrême douceur et se trouve placé sur le côté de la potence qui supporte le tube. La platine, de 0m100 de diamètre, tourne autour de l'axe optique; elle est pourvue d'un mécanisme spécial permettant de déplacer lentement la préparation dans deux directions perpendiculaires l'une à l'autre. Ce déplacement, mesurable à l'aide d'une graduation, est actionné par deux boutons à axe commun; il est donc facile d'effectuer ce déplacement dans l'obscurité. Le miroir est monté sur un tenon et peut s'enlever facilement. La manœuvre de la vis micrométrique peut s'effectuer à distance à l'aide d'une vis articulée très solide.

Le condensateur Abbe de 1m40 d'ouverture numérique se déplace par crémaillère et pignon parallèlement à l'axe optique du microscope, ce qui permet d'amener exactement son foyer sur la préparation; il est pourvu d'un diaphragme iris pouvant se décentrer et tourner autour de l'axe du microscope (*fig.* 210).

Quand il s'agit d'obtenir des photographies de faible grossissement on monte sur le tube, par l'intermédiaire de troncs de cône spéciaux, les planars T E ou les objectifs à projection (*fig.* 211). La mise au point s'effectue alors avec une très grande facilité et un mécanisme spécial permet de manœuvrer à distance, à l'aide d'une tige, la vis micrométrique.

Les photomicrographies obtenues avec des grossissements faibles ou moyens, les projections de préparations microscopiques peuvent être faites

à l'aide d'un appareil de projection simplifié comprenant une platine à rotation (*fig.* 212) permettant de centrer les condensateurs. Le support des objectifs ou appareils à projection P peut recevoir les divers objectifs à l'aide des tubes porte-objectifs E. L'éclairage s'obtient à l'aide de la lampe L munie de condensateurs. On utilise le plus souvent l'arc électrique alimenté par courant continu. Les charbons des lampes utilisés sont inclinés (*fig.* 213), leur direction forme avec la verticale un angle d'environ 40°; ils peuvent, d'ailleurs, être facilement ramenés dans la verticale. Une porte de chaque côté de

Fig. 210.

la cage permet de remplacer les charbons; de plus, une ouverture munie d'un verre de teinte foncée sert à observer l'arc.

On peut, d'ailleurs, utiliser le bec Auer avec support de brûleur se déplaçant dans la verticale; on dispose sur le trajet des rayons lumineux une lentille condensatrice et une cuve de glace à faces parallèles (*fig.* 214).

L'appareil microphotographique construit par Zeiss permet d'opérer soit dans la position horizontale, soit dans la position verticale. Dans la position horizontale, la chambre s'appuie sur la table au moyen d'une goupille fixée latéralement à l'extrémité de la tige. On peut donner au soufflet une longueur de 90 centimètres dans la position horizontale et 70 centimètres dans la position verticale (*fig.* 215),

Le même constructeur a établi un condensateur achromatique possédant la très grande ouverture numérique 1,30. Cet appareil, pourvu d'un mécanisme de centrage très précis, est particulièrement utile pour les photographies de diatomées nécessitant l'emploi d'objectifs résolvants d'un pou-

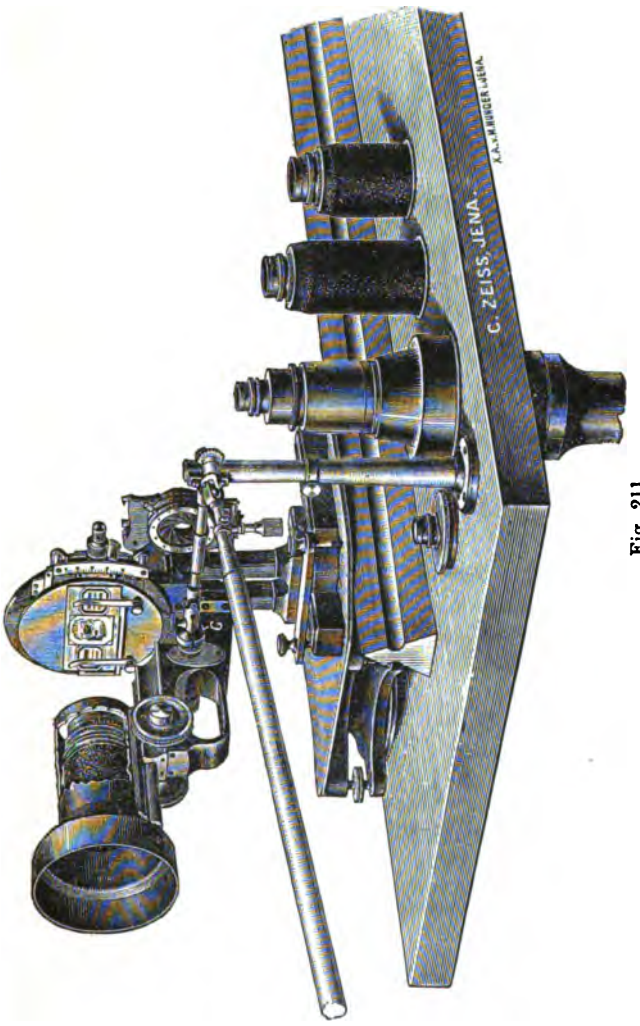


Fig. 211.

voir considérable; on peut cependant, malgré cette grande ouverture, utiliser des porte-objets de 0m006 à 0m007 d'épaisseur. Il permet d'obtenir un cône lumineux oblique exempt des aberrations du condensateur ordinaire, non achromatique. Sur la demande du professeur Rollet, M. Zeiss a construit un condensateur achromatique à long foyer d'ouverture numérique

voisine de l'unité. Le foyer supérieur de ce condensateur est suffisamment éloigné de sa face supérieure pour permettre d'intercaler le réfrigérant de Zoth entre le condensateur et la préparation.

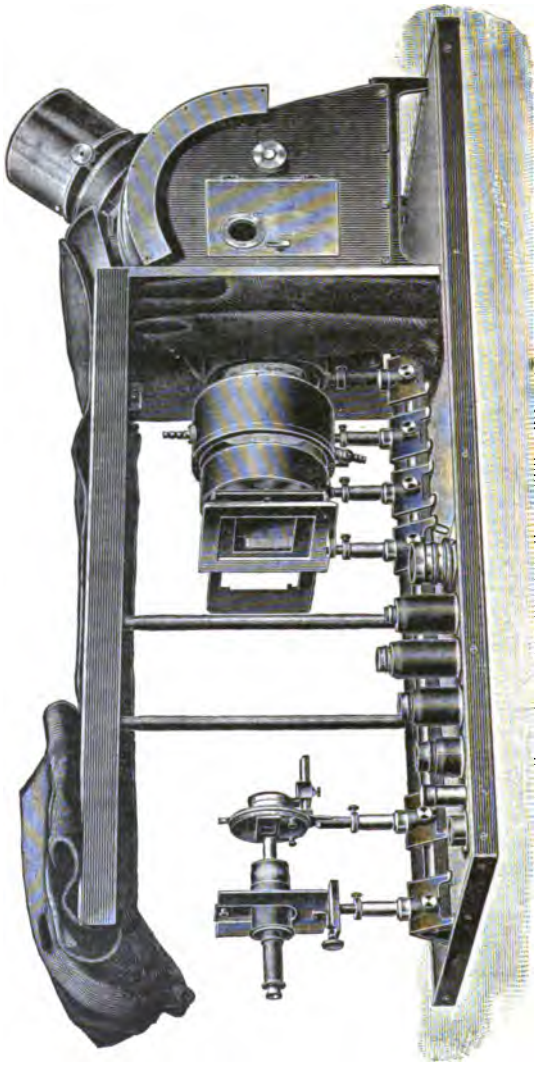


Fig. 212.

Le microscope de Greenough, construit par la maison Zeiss, possède deux tubes distincts, formant chacun microscope complet avec objectif et oculaire. Les axes de ces objectifs sont inclinés de 14° l'un sur l'autre; cette inclinaison correspond à peu près à celle des axes des yeux pour la vision d'objets rapprochés. L'instrument devant servir à la dissection, on a choisi

pour faciliter la conduite des mains, l'inclinaison des axes optiques pareille à celle qu'ont les yeux lorsqu'ils examinent de près un objet. Chaque microscope est muni d'un système de prisme de Porro pour redresser l'image. M. Druenet a transformé le microscrope Greenough en un appareil photographique. Les microscopes sont employés sans oculaire, les plaques recevant directement l'image formée par les objectifs; chacun d'eux possède sa plaque, placée perpendiculairement à son axe. L'appareil est adapté à une monture, grâce à laquelle on peut observer une partie quelconque d'un objet de grande dimension.

M. Cogit[1] a établi un appareil microphotographique avec dispositif spécial pour charger le châssis et développer le négatif en pleine lumière. Le chargement des plaques dans le châssis se fait par l'ancien système de la

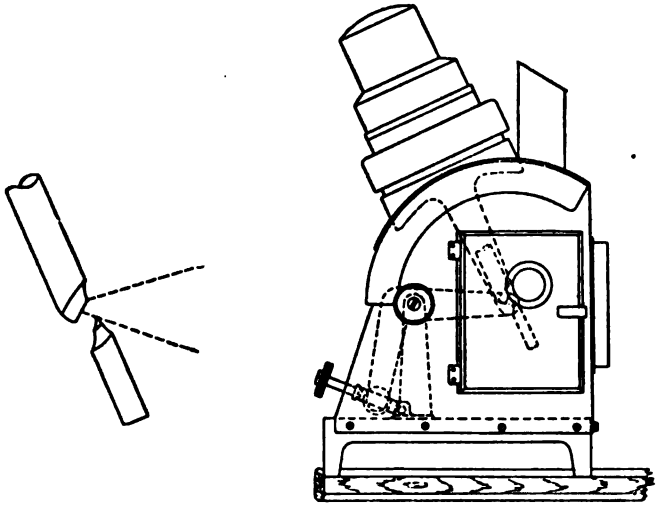


Fig. 213.

boîte à escamoter. Le châssis à escamoter permet l'introduction de la plaque dans une cuvette ordinaire contenant le bain de développement et placée dans une boîte opaque munie d'une rainure identique à celle de la boîte à escamoter; cette rainure permet de faire tomber la plaque sensible dans la cuvette couche en dessus. La mise au point se fait à l'aide d'une lunette munie d'un prisme placé au-dessus de l'oculaire, ce qui différencie l'appareil de celui qui a été anciennement construit par Nachet[2], dans lequel le prisme se trouvait au-dessus de l'objectif et permettait d'obtenir des photographies instantanées d'animaux vivants.

Lorsqu'il s'agit d'obtenir des microphotographies à grossissement moyen, l'emploi du planar doit être préféré à celui de n'importe quel objectif micrographique; il est surtout précieux pour la production d'épreuves pho-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 35. — 2. Voyez *Aide-mémoire de photographie pour* 1887, p. 124.

tomicrographiques qui ne nécessitent pas l'emploi d'objectifs à grande ouverture numérique. Dans le cas de coupes anatomiques de dimensions

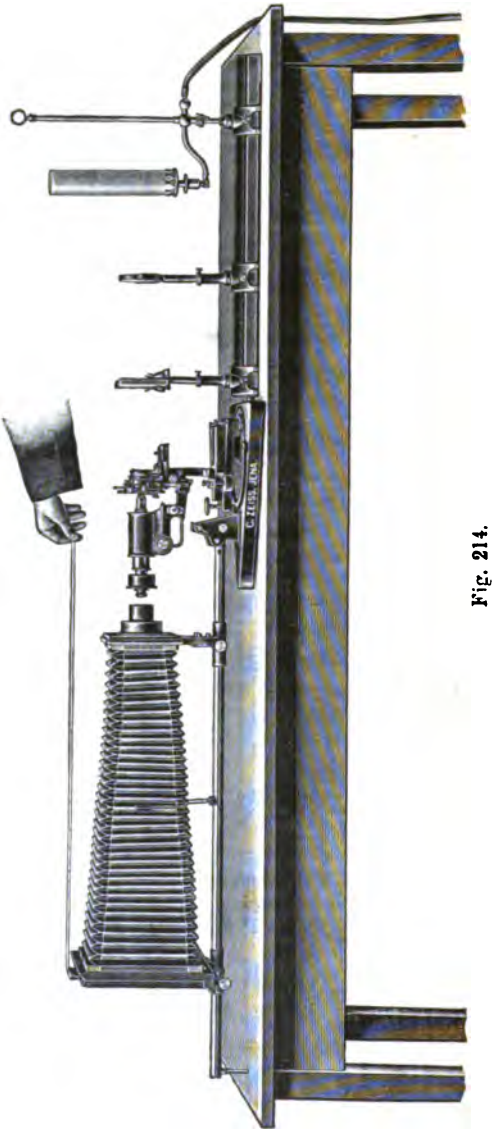


Fig. 214.

un peu considérables, vues d'ensemble d'objets microscopiques, c'est l'objectif qu'il convient d'utiliser. On peut aussi utiliser le planar à la place des oculaires dits à projection; par l'emploi du planar on obtient une image plus plane que celle produite par tout autre appareil.

MM. Krauss et Cie ont établi un appareil microphotographique d'un maniement facile. La chambre noire est munie d'une glace dépolie dont le cen-

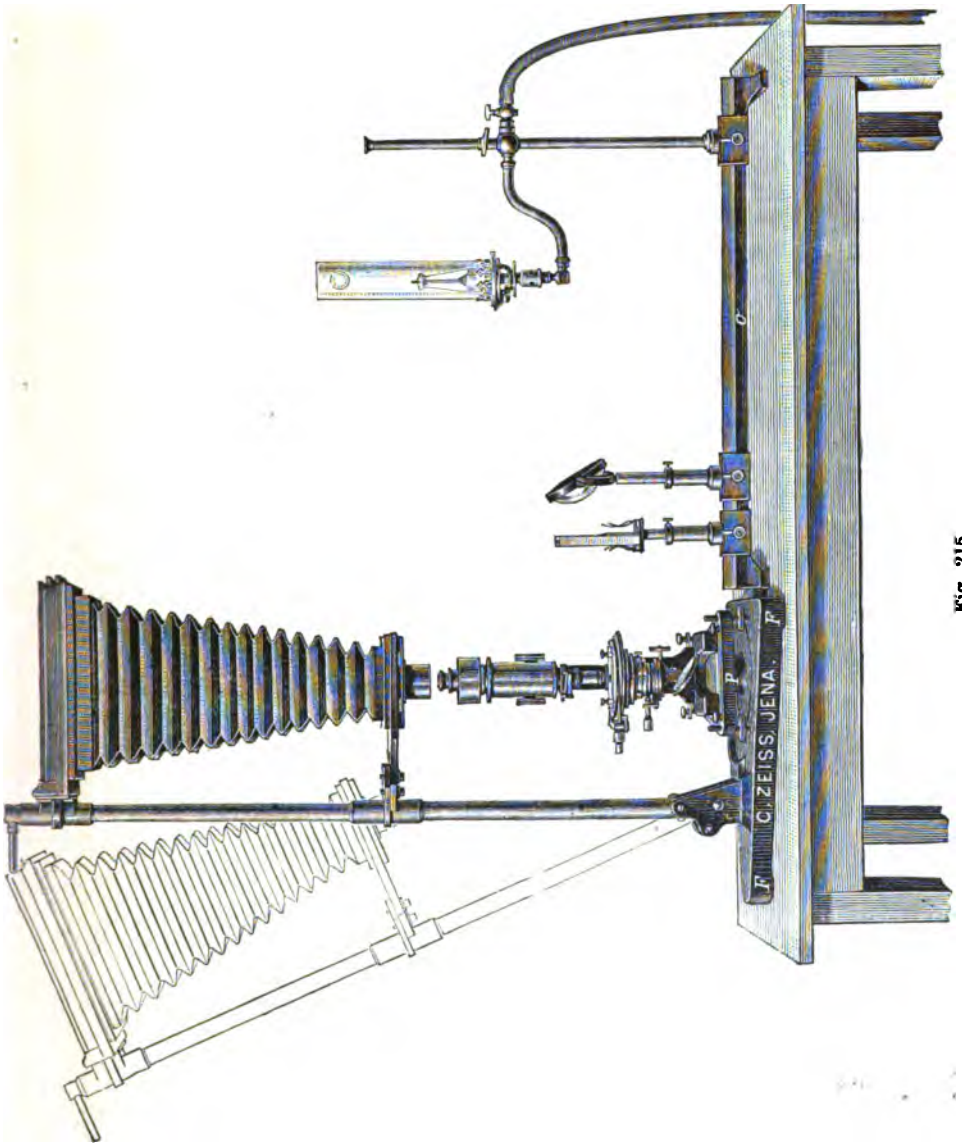


Fig. 216.

tre est poli, ce qui permet une mise au point parfaite, tandis que le épolí permet la mise en plaque. Au cadre antérieur est fixé, sur une planchette mobile, un dispositif spécial composé de deux manchons en cuivre s'emboî-

tant l'un dans l'autre et ne laissant pas passer les rayons lumineux entre le microscope et la chambre noire. L'avant et l'arrière de la chambre noire peuvent être décentrés et fixés dans la position désirée au moyen de deux vis de pression. Ce décentrage facilite la mise en plaque. L'avant et l'arrière de la chambre noire peuvent coulisser le long de deux montants métalliques gradués et fixés à un bâti métallique de fonte très solide qui porte le microscope. Ce dispositif permet à chaque instant, en rapprochant la partie antérieure du verre dépoli, de pouvoir observer à l'œil la préparation, sans avoir besoin de déplacer la glace dépolie sur laquelle on a commencé la mise au point.

MM. C. Fabry et A. Perrot ont montré que l'arc électrique jaillissant dans le vide entre deux électrodes de mercure au moyen d'un dispositif construit par M. Chabaud, donnait un spectre réduit à quatre raies : une violette, une verte et deux jaunes. Pour les usages photographiques, et si l'on fait usage de plaques ordinaires, il est inutile d'éliminer les raies jaunes et verte; on élimine seulement alors les radiations ultra-violettes par une cuve renfermant une solution de sulfate de quinine. Ce dispositif peut être utilisé en photomicrographie quand la fixité du point lumineux n'est point indispensable.

1733. Procédés opératoires. — On peut blanchir les préparations microscopiques destinées à être photographiées; il suffit de les traiter par l'eau oxygénée. S'il s'agit, par exemple, d'une mouche, l'insecte tué par le chloroforme est plongé dans l'eau bouillante, étalé sur une lamelle, puis recouvert avec une autre lamelle pressée modérément, et le tout maintenu par une ligature faite avec un fil. On plonge successivement le tout dans l'alcool à 30, 40, 50, 60, 70, 80 et 96° centésimaux, en mettant l'intervalle d'un jour entre chaque immersion. Le fil est alors détaché, la mouche bien lavée dans l'alcool à 95°, puis plongée dans de l'alcool très concentré contenant 10 °/₀ d'eau oxygénée. Au bout de quatre jours, le spécimen est devenu blanc comme de la craie. On le lave bien dans l'alcool concentré et on l'immerge dans une solution à 1/20e d'éosine où on le laisse séjourner pendant vingt-quatre heures; on le rince dans de l'alcool et on le met dans du xylol pour l'éclaircir; la masse du corps est devenue assez transparente pour permettre de voir tous les muscles ainsi que les organes internes. On traite de la même façon les objets difficiles à préparer qui peuvent ainsi faire de bonnes photomicrographies.

Il est utile de connaître avec exactitude le grossissement fourni par un objectif déterminé avec une longueur de tirage bien déterminée; grâce à cette donnée, il est possible d'évaluer les rapports existant entre les temps de pose correspondant à la distance à laquelle on opère dans des conditions semblables. On emploie, en général, une méthode qui consiste, après chaque opération, à photographier à même échelle un micromètre objectif. M. Monpillard[1] a insisté sur les deux défauts que présente cette méthode : 1° elle double chaque opération; 2° elle est d'un emploi difficile avec les objectifs à immersion homogène. Ces deux difficultés sont évitées par M. Monpillard de la manière suivante : il emploie une préparation de diatomée rectiligne

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 25.

tenant tout entière dans le champ des objectifs à utiliser; il en fait un agrandissement à l'aide d'un objectif à sec en amenant le châssis mobile au tirage minimum *m*. La mesure du grossissement *g* est alors facile. Il fait alors un nouveau négatif avec objectif à immersion, en laissant le châssis au même tirage. La comparaison de la nouvelle image avec la précédente permet de calculer simplement le nouveau grossissement. Il fait un troisième négatif avec l'objectif à immersion, mais en portant le châssis au tirage maximum M; un calcul aussi simple donne le grossissement G. Il trace alors sur une feuille de papier deux droites rectangulaires se coupant au point O; sur la droite horizontale, axe des tirages, il porte à partir de O des distances respectives égales à *m* et à M. Aux points obtenus, il porte sur des perpendiculaires à cet axe des longueurs respectivement proportionnelles à *g* et à G. On joint alors les sommets de ces deux ordonnés par une droite qui est la courbe des grossissements en fonction des tirages et que l'on emploie comme suit.

A l'aide du même objectif, on reproduit une préparation quelconque en employant un tirage T; on porte alors sur l'axe des tirages une longueur proportionnelle à T; à son extrémité, on élève une perpendiculaire à l'axe qui rencontre au point P la droite des grossissements. Par ce point P, on mène à l'axe des tirages une parallèle qui rencontre au point V l'axe des grossissements. On mesure la distance V O; cette mesure est celle du grossissement cherché.

Il suffit de faire pour chacun des objectifs dont on dispose les déterminations que nous venons d'indiquer; avec le graphique qui en résulte, on obtiendra, pour chaque opération ultérieure, le grossissement à mentionner sur le négatif.

Si l'on inscrit à côté des grossissements mentionnés le long de l'axe vertical de ce graphique les temps de pose correspondants, après avoir déterminé la pose pour un grossissement donné et calculé toutes les autres poses, en se rappelant que celles-ci sont proportionnelles aux carrés des grossissements, on évitera une des principales causes d'insuccès en microphotographie.

1734. Emploi des plaques orthochromatiques. — L'emploi des plaques orthochromatiques rend de très grands services en microphotographie, comme l'ont montré Neuhauss, Marktanner-Turneretscher et les frères Lumière (vol IV, p. 180). M. Monpillard[1] a montré tout le parti que l'on peut tirer de ce procédé en tenant compte : 1° de l'intensité de la coloration que présente l'objet à photographier; 2° de la nuance de cette coloration; 3° de l'effet que l'on veut obtenir lorsqu'il s'agit de mettre en évidence telle ou telle partie de la préparation.

M. Monpillard emploie le virage bleu pour imiter sur les épreuves microphotographiques de projection la coloration bleue des cellules nerveuses des préparations usuelles. On obtient ainsi des projections beaucoup plus démonstratives, car elles donnent l'illusion de l'examen au microscope des préparations à coloration sélectionnées qui sont aujourd'hui d'usage courant. La diapositive fixée et bien lavée est immergée dans un bain de ferri-

1. *Bulletin da la Société française de photographie*, 1898, pp. 177, 218, 343.

cyanure de potassium dissous à la dose de 2 grammes pour 1 litre d'eau. La couche blanchit complètement; on lave et on plonge la plaque dans un bain de 5 grammes de perchlorure de fer sublimé, 1 à 2 c. c. d'acide chlorhydrique et 1 litre d'eau. L'image vire au bleu; on lave et on élimine l'excès d'argent avec un bain de 100 grammes d'hyposulfite de soude, 50 grammes de bisulfite et 1 litre d'eau; on passe à l'alun et on vernit à l'aide d'une solution de 100 grammes de résine Dammar dans 1 litre de benzine.

§ 2. — Photographie astronomique.

1735. Photographie solaire. — L'emploi d'oculaires négatifs pour photographier la surface solaire tend à se généraliser. M. Colton, à l'Observatoire Lick, a utilisé l'équatorial de 14^m76 de foyer pour obtenir des images photographiques de la surface solaire. L'ouverture de l'objectif était réduite à 0^m20 par un diaphragme, et une lentille négative placée un peu en avant du foyer agrandissait l'image du soleil jusqu'à lui donner un diamètre de 1^m10 : on a ainsi obtenu de belles photographies des taches solaires. A l'Observatoire de Greenwich on a utilisé une lunette de 7^m80 de foyer et dont l'ouverture de 0^m65 était réduite à 0^m37. Un oculaire négatif porte le diamètre de l'image solaire à 0^m72. M. Newbeggin a fait de petites photographies du disque solaire complet avec un objectif Cooke de 1^m77 de foyer dont l'ouverture était réduite à 0^m06; un oculaire négatif permettait d'obtenir des images du soleil de 64^{mm} de diamètre. Tous ces moyens fournissent de belles photographies de taches solaires.

M. Deslandres a installé à l'Observatoire de Meudon un spectro-héliographe spécial. Un héliostat polaire est placé sur un pilier élevé et renvoie la lumière du soleil dans une lunette dont l'extrémité oculaire pénètre dans une salle où se trouvent les appareils spectroscopiques. Le spectro-héliographe à deux fentes ne comporte qu'un seul prisme et est déplacé par un moteur à écoulement de glycérine.

L'Observatoire de Meudon a continué l'étude des taches solaire et publié un bel album des photographies obtenues.

Les éclipses de soleil ont fourni matière à une ample moisson de négatifs. En 1897, on a employé un dispositif appelé à rendre de grands services dans les expéditions astronomiques. Il consiste en un miroir plan fixé à un axe qui est orienté suivant la ligne des pôles et qui fait une révolution en quarante-huit heures. Le plan du miroir est réglé de manière à être parallèle à l'axe de l'instrument. Dans ces conditions, le miroir renvoie, dans une direction fixe, les rayons lumineux qui viennent des différents points du ciel. On peut alors installer, suivant cette direction, des appareils qui, restant immobiles, peuvent être d'un poids et de dimensions tels qu'il serait impossible de les monter équatorialement.

M. Bunkhalter, de l'Observatoire de Chabot (Californie), a fait construire un photohéliographe permettant de varier les temps de pose des diverses parties de la couronne. L'objectif a 0^m10 d'ouverture et 6 mètres de foyer; au devant de la plaque photographique et concentriquement à l'image du soleil tourne un disque opaque présentant des ouvertures découpées. La forme de ces ouvertures est déterminée de telle sorte que les diverses zones

concentriques de la couronne soient exposées d'autant plus qu'elles sont plus éloignées du soleil.

Les images des parties basses de l'atmosphère solaire prouvent que la couche superficielle du soleil ne contient pas les vapeurs nécessaires pour absorber toutes les radiations de la photosphère. Le renversement des raies ne se produit donc pas exclusivement dans les parties basses de l'atmosphère solaire.

M. Deslandres a constaté le mouvement de rotation de la couronne solaire. C'est en photographiant sur la même plaque les spectres juxtaposés des parties est et ouest de la couronne qu'il a pu constater, par un léger déplacement des raies H et K, que la partie ouest de la couronne s'éloignait de la terre tandis que la partie est s'en rapprochait. Il a aussi photographié une région non encore étudiée du spectre de la couronne dans l'extrême ultra-violet. Il a constaté que le spectre s'étend presque aussi loin que le spectre solaire, mais présente une intensité relativement moindre dans l'ultra-violet.

Il y a lieu de signaler l'évolution considérable qui se produit dans le matériel des observateurs d'éclipses. On cherchait autrefois à obtenir des photographies aussi étendues que possible de la couronne solaire, et, à cet effet, on employait des objectifs très lumineux et on prolongeait considérablement la durée des poses; mais on s'aperçut bientot que, pour avoir le maximum d'étendue de la couronne, l'action photographie ne devait pas dépasser une certaine limite. On diminua donc le temps de pose et on employa des objectifs moins lumineux. Aujourd'hui, cette double tendance a été poussée à l'extrême, on fait des photographies instantanées de la couronne et on diminue la clarté des objectifs en augmentant considérablement leur distance focale; mais, dans ces conditions, on ne peut guère photographier que la couronne intérieure et les jets très lumineux de matière coronale qui ne s'élèvent jamais beaucoup au-dessus du contour du disque solaire.

M. Wadsworth a montré que, toutes choses égales d'ailleurs, les objectifs à faible ouverture devaient augmenter les contrastes plus que les objectifs à grande ouverture. Ce fait résulte de ce que l'intensité de l'image du ciel augmente proportionnellement à la surface de l'objectif, tandis que l'intensité de l'image de la couronne augmente proportionnellement au rapport de la surface de l'objectif au carré du foyer.

L'examen des photographies de l'éclipse de 1898 montre que la couronne de 1898 ressemblait plus aux couronnes de 1886 et 1896 qu'on aurait pu le supposer, étant donné qu'en 1898 on était plus près de l'époque d'un minimum d'activité solaire qu'en 1886 et 1896. Il est vrai que, contrairement aux prévisions, l'activité solaire éprouve une certaine recrudescence depuis quelque temps. Presque tous les observateurs ont constaté qu'à chaque protubérance observée au bord du soleil correspondait un jet de matière coronale.

On a spécialement étudié dans ces derniers temps, au point de vue spectral, la couche de vapeurs immédiatement en contact avec la photosphère que les Anglais appellent « reversing layer »; cette couche est ainsi appelée parce qu'il est admis, mais non sans conteste, qu'elle renferme des vapeurs incandescentes moins chaudes que les vapeurs de la photosphère et qui déterminent le renversement des raies du spectre solaire. M. Copeland en a

fait des photographies en plaçant au-devant d'un objectif à long foyer un prisme objectif à vision directe; il s'est servi aussi d'un prisme objectif en spath et quartz pour photographier le spectre du « reversing layer » dans l'ultra-violet.

M. Turner a fait des expériences sur la polarisation de la lumière de la couronne. En substituant au prisme d'un spectroscope à vision directe un rhomboèdre de spath d'Islande et en ouvrant considérablement la fente, il a photographié deux images de la couronne polarisées à angle droit, ce qui, par l'étude photométrique des images obtenues, permet de déterminer la proportion de lumière polarisée dans la couronne.

La Société astronomique de Londres a publié des photographies de toutes les éclipses totales photographiées jusqu'en 1898 : toutes les images ont été réduites à la même échelle.

En utilisant des objectifs dont les rapports d'ouverture variaient de 1/10 à 1/5 avec des distances focales de 1m10, 0m40 et 0m30 et des plaques à projections ou des plaques isochromatiques avec verre jaune ou rouge, M. Deslandres[1] a obtenu trois séries d'images de la couronne solaire : la première, formée par les rayons ultra-violets et bleus; la seconde, par les rayons jaunes et verts; la troisième, par les rayons rouges. Ces dispositions, qui ont donné de bonnes images sont à recommander dans les éclipses prochaines.

1736. Photographie lunaire. — L'*Atlas photographique de la Lune* publié par MM. Lœwy et Puiseux, constitue l'un des plus beaux résultats qu'aient fournis la photographie astronomique. Les planches de cet atlas sont des agrandissements de négatifs obtenus au moyen du grand équatorial coudé qui a été construit sous la direction de M. Lœwy. L'objectif de cet équatorial, taillé par les frères Henry, a 0m60 de diamètre et porte un diaphragme de 0m54; la distance focale est de 18 mètres; il possède un foyer chimique et c'est par tâtonnements qu'on détermine le foyer exact. L'image de la Lune est d'un diamètre d'environ 0m18; on la reçoit sur une plaque sensible 18 × 24. Pour maintenir l'image immobile par rapport à la couche sensible, on donne à la plaque un mouvement de translation dont la direction et la vitesse sont calculées de façon à réaliser l'immobilité relative de l'image. Les plaques utilisées sont celles de la maison Lumière ou celles de la compagnie Hélios.

L'obturateur est constitué par une feuille d'aluminium, découvrant progressivement, puis refermant de même, une ouverture qui, pour les phases voisines des quadratures, est à bords rectilignes, mais qui, dans les intervalles, est découpée de manière à épouser à peu près la forme des courbes d'égal éclairement sur le disque lunaire. Cette précaution permet d'obtenir des épreuves d'intensité plus égale et de conserver une transparence suffisante dans les noirs du négatif. La lame, qui est mobile dans les glissières, est manœuvrée à la main, par l'intermédiaire d'une bielle réglable et d'une petite manivelle.

Les négatifs obtenus sont agrandis dans une salle parfaitement sombre; ils sont éclairés par une lampe à gaz et un condensateur de 0m30 de diamè-

1. *Comptes rendus*, février 1901.

tre. L'objectif employé est un ancien objectif simple, de Lerebours et Sécrétan de 0m310 de distance focale; on le diaphragme à 0m010 et il donne une définition parfaitement uniforme du grain de la gélatine sur plaque de 0m80 × 0m80. Il est établi sur un chariot à glissières très solide, permettant une mise au point très précise; il tourne sa convexité vers la source lumineuse. Pour la mise au point, on effectue trois pointés sur trois parties différentes de l'image et les mêmes opérations sont répétées par deux autres observateurs; on adopte la moyenne si la concordance est suffisante; on a reconnu qu'il n'y avait pas intérêt à s'écarter du foyer ainsi déterminé optiquement, et que c'était là le meilleur procédé de mise au point. Les agrandissements sont faits sur plaques de verre de 0m50 × 0m60 de la maison Jougla; le développement se fait par les procédés usuels.

Pendant la pose, pour éviter toute diffusion de la lumière, celle-ci n'arrive du condensateur au négatif qu'à travers une fente de quelques millimètres de largeur seulement, pratiquée dans un écran opaque. Cet écran reçoit un mouvement continuel de va-et-vient, réglé de manière à laisser poser davantage les parties opaques du négatif. Dans le même but, un ou deux opérateurs se placent près du tableau avec des écrans tenus à la main et constamment agités, de manière à protéger les parties délicates de l'image. Pendant les dernières secondes seulement la pose est répartie à peu près uniformément sur tout l'ensemble.

Les résultats obtenus par M. Lœwy et Puiseux dépassent beaucoup ce que l'on avait fait jusqu'ici en sélénographie[1].

M. Weinecke a obtenu des agrandissements du disque lunaire à l'Observatoire de Lick : l'amplification est de vingt à vingt-quatre fois, ce qui donne au disque lunaire entier un diamètre de trois à quatre mètres. On peut observer sur les épreuves des accidents de terrains de 1 kilomètre de longueur. L'Observatoire de Lick a entrepris la publication d'un Atlas photographique de la Lune à l'échelle de un mètre pour le diamètre lunaire. Les négatifs sont obtenus avec le grand équatorial photographique, muni pour ce travail spécial d'un oculaire d'agrandissement.

A Greenwich, on a obtenu quelques belles photographies de la Lune avec le grand réfracteur de 0m70 d'ouverture. Les plaques employées avaient été préparées au collodion sec; aussi la durée de la pose a varié entre une et deux secondes, soit un temps dix fois plus long que si l'on avait employé les plaques à la gélatine.

M. Pickering a imaginé une méthode nouvelle pour observer photographiquement l'instant précis de l'occultation d'une étoile par le bord obscur de la Lune. Une plaque photographique se déplace dans le plan focal de la lunette d'un équatorial de manière que l'étoile laisse une traînée; mais le mouvement de la plaque n'est pas uniforme : elle se déplace de 0m003 en 0s06, puis elle reste immobile pendant 0s94 et reprend son mouvement. Il résulte de ce déplacement saccadé que toutes les secondes la traînée laissée par l'étoile présente des points plus intenses que le reste de la traînée et qui marquent les secondes. Grâce à cette disposition, il est facile de déterminer l'instant correspondant à la disparition de la traînée, c'est-à-dire l'instant même de l'occultation de l'étoile. La méthode appliquée à la 26e

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 342.

du Bélier, étoile de sixième grandeur, a permis de déterminer l'instant de l'immersion à 0s1 près.

1737. Photographie des planètes. — Des photographies de la planète Jupiter ont été faites à l'Observatoire Lick : les images de 0m017 de diamètre ont permis d'effectuer des mesures dont la précision équivaut à celle des meilleures mesures micrométriques.

La recherche des petites planètes se fait généralement avec des objectifs doubles à portrait. Un type de ces instruments est celui qui est utilisé à Heidelberg par le Dr Max Wolf. Il consiste en une lunette photographique munie d'un objectif double de 0m15 d'ouverture et de 0m75 de foyer; le champ embrassé est de 70° et les poses durent deux heures. Toutes les fois que cela est possible, on prend dans la même nuit deux négatifs de la même région du ciel. En examinant ces négatifs à l'aide d'un stéréoscope, les planètes paraissent se détacher en relief sur les autres étoiles.

La photographie a permis de retrouver les positions de la planète Eros antérieurement à sa découverte, faite par M. Witt sans le secours de la photographie. Le faible éclat de la planète, lorsqu'elle est éloignée de la terre (éclat qui est plus faible que celui d'une étoile de douzième grandeur), son rapide mouvement propre font que les instruments usuels ne permettent pas de la photographier et qu'il convient alors d'employer soit un réflecteur d'ouverture 1 : 4,5 comme à Greenwich, soit un objectif à portrait très rapide.

M. Dyson a photographié Neptune et son satellite en utilisant un réflecteur de 0m75 d'ouverture et 3m37 de foyer,

1738. Photographie des comètes . — La photographie a permis de découvrir deux des dix comètes qui ont été observées en 1898. La comète VII a été trouvée le 11 juin à l'Observatoire Lick par M. Coddington, en photographiant l'étoile Antarès et la belle région nébuleuse qui l'entoure : la comète a laissé sur la plaque une forte traînée qui a permis de déterminer la vitesse et la direction de son mouvement. La comète VIII a été photographiée par M. Chase, en cherchant à photographier les étoiles filantes du 14 novembre : cette comète occupait la position du point radiant des Léonides.

La photographie des comètes présente des difficultés spéciales à cause du mouvement propre de ces corps. Il faut suivre la comète avec un chercheur fixé au corps du télescope, de telle sorte que le mouvement de la comète ne peut être suivi que d'une façon approchée. Les images des étoiles sont constituées par des traînées sous forme de ligne brisée. On augmente la précision en se servant d'un chercheur à long foyer. L'obtention de ces photographies est particulièrement pénible pour l'observateur.

1739. Photographie des étoiles et des nébuleuses. — M. Elkin a combiné un appareil spécial pour la photographie des étoiles filantes. Il consiste en un axe polaire sur lequel sont fixées huit chambres photographiques munies d'objectif à portraits de 0m10, 0m15 et 0m20 d'ouverture. Ces appareils sont dirigés vers des points différents du ciel, afin

d'embrasser toute la région où peuvent apparaître les étoiles filantes. Dans le but de déterminer la hauteur de ces étoiles, un second appareil, comportant quatre chambres photographiques munies d'objectifs à portraits de 0^m125 d'ouverture a été installé à 4 kilomètres de l'observatoire Yale College afin de permettre, si possible, la détermination de la hauteur des étoiles filantes. Ce second instrument est construit plus primitivement que le premier; les appareils ne sont pas entraînés par un mouvement d'horlogerie et on se contente de les repointer toutes les dix minutes, en imprimant un léger mouvement à l'axe polaire.

A l'Observatoire d'Arequipa, au Pérou, on a été assez heureux pour obtenir la photographie du spectre d'une étoile filante : on a pu reconnaître que le spectre de cette étoile consistait en six raies brillantes, dont quatre n'étaient autres que les raies de l'hydrogène.

La recherche des étoiles variables et des étoiles nouvelles se fait à l'Observatoire de Harvard College, en photographiant systématiquement toutes les régions du ciel à quelques mois d'intervalle et en comparant ensuite les négatifs pour reconnaître les changements qui ont pu se produire dans la position ou l'intensité des étoiles. On utilise des objectifs doubles de 0^m20 d'ouverture, du type des objectifs à portraits. Les mêmes instruments sont adoptés pour ce travail à l'Observatoire d'Arequipa, au Pérou. Ces objectifs embrassant un champ considérable, on peut photographier assez rapidement tout l'hémisphère. Depuis que ces instruments sont en service, il n'y a pas de région du ciel dont on n'ait l'histoire complète pendant une période d'une dizaine d'années. On a d'ailleurs construit des appareils automatiques permettant de photographier tout l'hémisphère visible, en un mois de travail, à raison d'un négatif toutes les vingt minutes. On compare les négatifs d'une même région du ciel en les superposant gélatine contre gélatine : la moindre différence, soit dans l'éclat de l'étoile, soit dans sa position, devient ainsi très apparente. C'est ainsi qu'en multipliant le nombre des négatifs, on est arrivé, soit à découvrir des étoiles nouvelles, soit à déterminer des périodes particulièrement courtes, comme celles de l'étoile de la constellation du Dauphin, découverte par Miss Wells. Cette étoile passe en quatre jours de la neuvième à la douzième grandeur.

L'éclat de plusieurs étoiles variables a été mesuré par M. Schwarzchild de Vienne. La méthode qu'il emploie consiste à photographier les disques stellaires obtenus en plaçant la plaque sensible en dehors du plan focal.

Pour découvrir par la photographie les étoiles variables à courte période, M. Pickering photographie le ciel toutes les dix minutes et peut ainsi obtenir dans une nuit huit images de chaque étoile. Si, pour une certaine étoile, les huit images ne présentent pas la même intensité, on a affaire à une étoile qui a varié d'éclat pendant les huit heures d'observation et que l'on peut classer, par conséquent, parmi les étoiles variables à courte période. L'appareil employé par M. Pickering consiste en une chambre photographique fixée à une monture équatoriale; un déclenchement électrique donne automatiquement des poses de dix minutes toutes les heures. L'axe horaire de la monture équatoriale n'étant pas exactement orienté suivant la ligne des pôles et le mouvement d'horlogerie étant un peu déréglé, les images successives des étoiles, au lieu de se superposer, sont disposées les unes à

côté des autres. Le champ de l'instrument est assez grand pour que le ciel puisse être photographié avec quarante plaques.

La photographie des amas d'étoiles et celle des nébuleuses présente un réel intérêt. Pour réunir les matériaux nécessaires à une étude complète d'un amas d'étoiles ou d'une nébuleuse, il est nécessaire d'exécuter plusieurs négatifs du même objet avec des temps de pose très différents : c'est ainsi que M. Raboudin en utilisant le télescope de un mètre d'ouverture et de trois mètres de foyer de l'Observatoire de Meudon avec des poses de dix minutes, trente minutes, une heure et deux heures, a obtenu des images de la nébuleuse de l'Ecu, images qui prouvent que cette nébuleuse n'a plus la forme que lui avait attribuée Herschell.

Parmi les nébuleuses étudiées par la photographie, il convient de citer celle de la Baleine. M. H. Bourget, qui obtient les négatifs des amas et des nébuleuses à l'aide du grand télescope de $0^{m}83$ d'ouverture et de 5 mètres de foyer de l'Observatoire de Toulouse, opère d'une façon spéciale assurant une grande précision aux images photographiées. Il enlève la gélatine de la plaque photographique sur un espace circulaire de 5 millimètres de diamètre, dans la région où se forme l'image de l'étoile guide : il peut ainsi observer cette étoile guide et la suivre avec un microscope muni d'une croisée de fils. La photographie obtenue de la nébuleuse de la Baleine montre que cette nébuleuse présente nettement la forme d'une spirale; on remarque, en effet, une spirale dans le noyau lui-même et une autre spirale plus pâle que la première et enveloppant celle-ci. Le négatif montre d'ailleurs dix condensations nodulaires, alors que les épreuves de M. Roberts ne montrent que sept à huit condensations et représentent la nébuleuse accompagnée de deux anses.

La confection de la carte du Ciel par la photographie est poursuivie très activement et ce gigantesque travail sera terminé à bref délai.

La spectrophotographie des étoiles a conduit à des résultats particulièrement intéressants. On sait que l'on peut découvrir ainsi des étoiles doubles dont la duplicité ne peut être constatée oculairement; en effet, certains spectres d'étoiles présentent des raies doubles dont la distance est variable, ce qui indique que l'on a affaire à deux étoiles voisines, dont l'une, dans son mouvement autour de l'autre s'approche ou s'éloigne de l'observateur. C'est ainsi que l'on a reconnu la duplicité de l'étoile du Scorpion. L'une des composantes étant plus faible que l'autre, on constate qu'une raie faible se montre successivement à droite, puis à gauche de la raie la plus forte. Ces changements sont très rapides, et de l'examen de cinquante-deux négatifs des spectres, le professeur Bailey a conclu que la période de rotation de l'une des composantes autour de l'autre est de trente-cinq heures.

Les observateurs d'Harvard Collège et d'Arequipa ont entrepris systématiquement la photographie des spectres de toutes les étoiles par la méthode du prisme objectif. Ces photographies de spectre permettent de découvrir les étoiles variables. L'observation prouve que les spectres d'un grand nombre d'étoiles variables présentent les raies brillantes de l'hydrogène et appartiennent au troisième type. Dès qu'un spectre présente cette particularité l'étoile en question est l'objet d'une étude spéciale. Tous les négatifs qui portent la photographie de cette étoile sont repris, et de leur examen on acquiert souvent la certitude que l'étoile considérée est réellement variable.

La discussion des spectres d'étoiles obtenus par M. Mac Cléan l'a conduit à subdiviser les étoiles du type I de Secchi en trois classes : 1° les étoiles à hélium (étoile d'Orion); 2° les étoiles à hydrogène (Sirius); 3° les étoiles à hydrogène et fer (Procyon) La présence de l'oxygène dans certaines étoiles du premier type n'est pas absolument prouvée, mais elle est très vraisemblable.

Les photographies des spectres de l'étoile α de la Baleine montrent que le spectre de cette étoile présente une anomalie dans l'intensité des raies de l'hydrogène; tandis que les raies Hδ et Hγ sont intenses, la raie Hβ est à peine perceptible.

MM. Poore et Mitchell ont obtenu des spectres d'étoiles en utilisant un réseau concave. Cet instrument peut jouer le double rôle d'objectif et d'appareil dispersif; il suffit donc d'exposer un réseau concave à la lumière des étoiles pour obtenir au foyer de l'instrument un spectre linéaire. On peut donner à l'image photographique de ce spectre linéaire une certaine largeur en faisant en sorte que l'appareil ne suive pas rigoureusement le mouvement des étoiles.

Plusieurs astronomes ont étudié le déplacement des étoiles suivant la ligne de visée par la méthode Doppler-Fizeau. M. Deslandres a utilisé pour cet objet le grand télescope de l'Observatoire de Paris. M. Campbell a découvert que la vitesse radiale de certaines étoiles varie dans des limites très étendues : la vitesse radiale de l'étoile o du Lion varie de — 30 à + 60 kilomètres à la seconde; pour l'étoile γ du Dragon, la variation est de + 10 à + 46 kilomètres à la seconde.

§ 3. — GÉODÉSIE.

1740. Lever des plans. — Les ingénieurs russes utilisant la méthode du colonel Laussedat sont parvenus à obtenir très rapidement le levé d'une grande étendue de terrain. MM. Thilé et Ichtschouroff, en moins d'un an et dans une contrée particulièrement inhospitalière, ont pu lever, avec une approximation tout à fait suffisante, une bande de 130 verstes de longueur sur 23 verstes de largeur moyenne. La verste carrée de ce levé n'a coûté que 10 roubles, tandis que la verste carrée levée à la planchette revient à 30 roubles; de plus, en employant la première méthode, il y a lieu de tenir compte de ce que des centaines de photographies qui ont servi à construire le plan sont autant de documents authentiques, pleins d'intérêts par eux-mêmes et qui en assurent l'exactitude.

En Transcaucasie, les mêmes ingénieurs ont utilisé le photothéodolithe de l'ingénieur Paganini Pio, appareil basé sur les principes posés depuis longtemps par M. le colonel Laussedat[1].

Cette ancienne méthode de levers photographiques donne des résultats moins avantageux dans les pays de plaine que dans les pays de montagne. Pour les plaines à explorer entre Téhéran et le golfe Persique, M. Tilé a construit un appareil panoramique très ingénieux composé de plusieurs chambres noires accolées qu'on enlève à des hauteurs convenables au

1. *Mémorial de l'officier du génie*, n° 17.

moyen de cerfs-volants exécutés au parc aérostatique de Saint-Pétersbourg [1].

Les levers faits en ballon peuvent être très utiles à l'art militaire. Le capitaine Mario Morès, de l'armée italienne, a obtenu de très beaux négatifs au moyen d'un appareil téléphotographique construit spécialement pour les observations aérostatiques. Les négatifs, très riches en détails, ont été pris de 5 à 900 mètres d'altitude; ceux qui représentent les camps et les retranchement ennemis peuvent être très utiles en temps de guerre.

M. Porter a photographié un tour d'horizon au sommet du pic de Ténériffe et à l'aide de ces photographies on peut calculer la courbure de la terre [2].

§ 4. — Chronophotographie.

1741. Synthèse du mouvement. — Pour obtenir la synthèse du mouvement au moyen d'images chronophotographiques, il faut que ces images soient équidistantes. On arrive généralement à ce résultat par l'emploi d'une pellicule perforée, conduite par un cylindre denté qui en assure la marche régulière. M. Marey s'est proposé d'obtenir de grandes images et d'éviter autant que possible les effets de l'inertie des organes du chronophotographe. Il utilise une bobine magasin portant une très grande longueur de pellicule, tournant uniformément par l'action continue d'un premier lamineur qui débite en un temps donné une longueur constante de pellicule; au sortir du premier lamineur, la pellicule s'engage entre la platine et un nouveau compresseur; au delà de ce compresseur, la pellicule passe au foyer de l'objectif, puis dans un second lamineur; enfin, elle se réfléchit sur une lame flexible et s'enroule sur la bobine réceptrice qui tourne à frottement doux. Les choses se passent comme si la pellicule, doucement pressée entre deux doigts, était tirée d'une façon continue : les doigts l'entraîneraient quand le compresseur est desserré et glisseraient au contraire sur elle au moment de ses arrêts. Sans recourir à la perforation de la pellicule et aux cylindres à chevilles, on peut obtenir des images parfaitement équidistantes. Ce chronophotographe peut, sans modification, devenir projecteur [3]. La compensation nécessaire par suite du retrait que les pellicules éprouvent au développement est obtenue au moyen d'un frein réglable qui résiste, pendant la projection, à l'entraînement de la bande, et l'on peut obtenir, par un réglage assez facile, la fixité des images.

Les avantages de ce système proviennent de ce que les images occupant toute la largeur pelliculaire, les projections sont plus grandes, elles ne vibrent pas. L'appareil peut employer des pellicules de largeurs diverses et projeter les bandes perforées. Les bandes non perforées résistent beaucoup plus longtemps à l'appareil de projection. Sous sa forme définitive, le lamineur qui conduit la bande pelliculaire est formé de cylindres en caoutchouc. Il suffit de comprimer plus ou moins ces cylindres l'un contre l'autre pour accélérer ou diminuer la vitesse d'entraînement de la bande : cela

1. *Comptes rendus*, 1900. — 2. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1897, p. 164. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 225.

permet de projeter les images quel que soit le retrait que la bande ait éprouvé dans son développement. Le scintillement de l'image est insensible, les durées d'éclairement de l'image étant de 25 %; enfin, dans certains cas, lorsque la nature du sujet le comporte, on peut diminuer de moitié la largeur des pellicules, ce qui réduit considérablement le prix de revient de chaque bande.

On a cherché à remplacer la pellicule par un disque tournant autour de son axe. M. Monnard emploie un disque de 40 centimètres de diamètre sur lequel sont disposées en spirale six à sept cents images de 1 centimètre de côté. Le mécanisme qui fait tourner le disque amène en même temps l'objectif au niveau des divers tours de la spirale, de façon à lui faire projeter successivement toutes les images : ces dernières sont petites, mais peu coûteuses.

MM. Paul Mortier et Chéri Rousseau ont construit, sous le nom d'*Alléthorama* un appareil dans lequel la pellicule est entraînée d'un mouvement continu. La projection se fait par l'intermédiaire de miroirs obliques et le passage d'une image à l'autre s'obtient progressivement par portions d'images, sans aucun moment d'obscurité sur l'écran, ce qui supprime le scintillement si désagréable dans certains appareils[1].

1742. Applications. — Les applications des chronophotographes et des cinématographes sont extrêmement nombreuses. Indépendamment de son emploi pour la synthèse du mouvement, on a appliqué le cinématographe à l'enseignement de la médecine opératoire; grâce à une série de vues cinématographiques, l'opération passe sous les yeux des spectateurs qui peuvent en suivre toutes les phases[2].

M. Marinesco a spécialement appliqué le cinématographe à l'étude de la marche normale, afin de saisir et définir avec précision les particularités de la marche des hémiplégiques à lésions centrales, des hémiplégiques hystériques et autres affections pour lesquelles la chronophotographie pose un diagnostic certain et constitue un aide précieux.

En Amérique, on a appliqué le cinématographe à l'étude de la croissance des plantes : les sujets sont photographiés chaque heure; la nuit on utilise la lumière électrique. Quand les plantes ont suffisamment grandi, les divers sujets sont projetés sur l'écran et permettent de reconstituer les diverses phases du phénomène.

§ 5. — Application a la physique.

1743. Application à l'optique. — MM. Lumière ont appliqué la photographie à la mesure des indices de réfraction : la méthode est basée sur le phénomène de production des halos sur les couches sensibles photographiques. L'épaisseur de cette couche sensible est considérablement réduite; la glace à faces planes et parallèles sur laquelle elle est étendue à 3 millimètres d'épaisseur. On sensibilise la couche impressionnable pour la région du spectre dans laquelle on fait la détermination, on éclaire la couche en

1. *Photo-Gazette*, 1898, p. 118. — 2. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1899, p. 29.

un point par un trou de 0mm1 pratiqué dans une mince feuille d'acier, on verse sur le dos de la plaque quelques gouttes du liquide à étudier, on y applique un morceau de velours ou de drap noir imbibé du même liquide. La glace donne après développement le cercle correspondant à la réflexion totale sur la surface de séparation des deux milieux, verre et liquide, avec une grande netteté. En désignant par x l'indice de la matière qui constitue la glace, par e l'épaisseur de la glace, par R le demi-diamètre de la couronne du halo, par x l'indice du liquide étudié, on a :

$$x = \frac{Rn}{\sqrt{4e^2 + R^2}}.$$

Pour des indices élevés, il y a avantage à prendre comme support un flint lourd, d'une épaisseur convenablement choisie [1].

M. Ch. Devé a établi un focomètre à oscillations, qui constitue un perfectionnement important aux focomètres Laurent, Moessard, Cornu, etc. La lentille à l'étude est montée de façon à pouvoir osciller autour d'un axe voisin de l'image aérienne qu'on lui fait donner. En observant l'image dans un oculaire à réticule, on la voit osciller tant qu'elle ne contient pas l'axe d'oscillation. L'observation de la parallaxe permet d'atteindre rapidement cette position facile à reconnaître. Il suffit alors de mesurer la distance de l'axe de rotation à la face voisine de la lentille pour pouvoir calculer la distance focale cherchée par les procédés ordinaires.

1744. Acoustique. — M. Wood a photographié les ondes sonores provoquées par l'étincelle électrique en utilisant, comme source de lumière, celle même qui est produite par l'étincelle. Les minimes variations de réfrangibilité produites par les condensations et dilatations ondulatoires suffisent pour obtenir un enregistrement qui permet de vérifier les lois générales du mouvement ondulatoire.

M. Webster a montré, par l'enregistrement photographique, que dans le silence que l'oreille connaît pour le plus absolu, des bruits, des sons, se produisent et se propagent que nous ne pouvons distinguer, mais qui sont saisis au passage par une lame vibrante en verre suffisamment mince pour être très élastique et constituer un résonnateur d'une sensibilité extrême.

M. Durand a réalisé la transmission des sons par les rayons ultra-violets qui sont invisibles. Les rayons, fournis par un arc électrique, sont projetés par des lentilles en quartz; ils traversent des obturateurs à fente, dont l'un est actionné par une lame vibrante : l'ensemble constitue le transmetteur de l'appareil. Le récepteur est une plaque de sélénium en circuit avec une pile et des récepteurs téléphoniques. Sur le sélénium agit un écran fluorescent qui est illuminé par les rayons ultra-violets émis par le transmetteur. A l'aide de ce radiophone à rayons ultra-violets on a pu transmettre des sons et des mots.

L'inscription photographique des ondes sonores a été réalisée par M. Wood en opérant dans une salle obscurcie, la lumière nécessaire à

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 488.

l'inscription de la plaque étant fournie par une étincelle électrique pendant un temps que l'on peut évaluer approximativement à un cent millième de seconde. L'onde sonore à photographier est produite par l'explosion d'une étincelle électrique entre les deux boules d'un résonnateur; le courant, après qu'il a fourni cette étincelle, charge une batterie de bouteilles de Leyde qui se déchargent aussitôt, produisant alors, entre deux fils de magnésium, l'étincelle destinée à l'éclairement. Cette lumière est recueillie par l'objectif et transmise à un condensateur qui, s'il n'y avait pas d'ondes sonores dans le trajet, photographierait un champ uniformément éclairé. La présence des ondes forme sur l'image une série d'anneaux inégalement éclairés, correspondant aux ondes successives. Le phénomène se produit à intervalles très rapprochés, réglés par le trembleur de la bobine d'induction interposée dans le circuit. Pour que les images correspondant aux éclatements successifs ne viennent se superposer, la plaque sensible reçoit au commencement de l'expérience un mouvement très rapide de haut en bas[1].

1745. Electricité. — On sait que la forme de la courbe qui représente les variations d'un courant est appelée *forme du courant*. Cette forme est très difficile à définir pour les courants à variations rapides qui sont les plus intéressants au point de vue pratique. M. Blondel a imaginé pour cette étude un oscillographe qui montre les sinuosités de cette courbe : il a photographié cette courbe. Il a appliqué le même oscillographe à l'étude graphique des variations du potentiel et de l'intensité du courant qui traverse l'arc électrique; des nombreuses courbes qu'il a publiées se dégagent des indications intéressantes pour la pratique industrielle.

M. Boudreaux est parvenu à obtenir des fantômes électriques figurant les lignes de force d'un champ électrique. Dans le champ, il dispose une plaque de verre sur laquelle il sème des cristaux fins et bien réguliers de diamidophénol ou autre substance cristallisée, non conductrice. Ces cristaux se rangent aisément suivant les lignes de force du champ. On fixe alors le tracé, soit par une matière agglutinante, soit par la photographie, à la chambre noire ou bien au contact d'un papier à noircissement direct qu'on expose au soleil sous le dessin.

Les radiations ultra-violettes ont la propriété d'agir sur les préparations photographiques et aussi celle de décharger les corps électrisés : cette propriété a été utilisée à des essais de télégraphie sans fils. Le poste-transmetteur a une source lnmineuse dont le faisceau est dirigé cylindriquement sur le poste-récepteur, comme en télégraphie optique; l'arc électrique qui constitue la source lumineuse est muni d'un collimateur projecteur en quartz qui n'absorbe rien des radiations ultra-violettes. Une lame de verre qui absorbe complètement ces dernières est amenée sur le trajet du faisceau pour éteindre complètement les radiations ultra-violettes, et, commandée par un manipulateur Morse, elle permet de lancer des flux rythmés, suivant le langage des télégraphistes.

A ce poste-récepteur, un corps électrisé fournit des décharges à chaque flux de radiations ultra-violettes; ces décharges actionnent le récepteur ordinaire de la télégraphie sans fils par ondes hertziennes. Ce dispositif

1. *Journal of the Phot. Soc. Philadelphia*, mai 1899.

pourra être très précieux en temps de guerre : l'ennemi pourra voir un faisceau lumineux faisant croire à une communication optique ordinaire, mais il ne saura rien de ce qui se dit, puisque les rayons ultra-violets sont invisibles et que leur émission ne modifie en rien l'aspect du faisceau lumineux qui unit les deux postes.

MM. Pollak et Virag ont appliqué la photographie à la transmission télégraphique rapide. Une bande perforée d'avance, d'après le texte à transmettre, permet, à la manière des bandes à orgues mécaniques, de lancer dans la ligne, en un sens ou dans l'autre, des courants électriques au passage des perforations. Au poste-récepteur, un téléphone dont la plaque vibrante porte un petit miroir projette le faisceau réfléchi sur un papier photographique qui se déroule devant lui et y trace une sinusoïde crénelée que le télégraphiste récepteur a appris à traduire en caractères ordinaires. La transmission se fait avec une extrême rapidité, mais le temps nécessaire à la perforation des bandes, au développement et à la traduction du tracé photographique constituent une série d'obstacles à la généralisation de ce procédé.

M. Nipher a étudié l'action de la décharge électrique sur les préparations photographiques. Il a retrouvé l'inversion par les rayons X signalée par M. Villard, et a insisté sur l'emploi, pour recevoir l'impression de la décharge, de plaques insolées pendant plusieurs jours; l'impression électrique peut être développée à la lumière blanche.

M. Decombe a cherché à mesurer la période de vibration de Herz. Il dispose un miroir tournant se déplaçant avec une très grande rapidité et photographie l'étincelle projetée au foyer d'un objectif de courte distance focale. La période de vibration photographiée correspond à un cinq millionième de seconde[1].

1746. Chaleur. — La photographie instantanée peut être employée utilement à la lecture du thermomètre. Dans une étude sur le maximum de densité des solutions aqueuses de chlorures alcalins, M. L.-C. de Coppet avait à lire, au même instant, un grand nombre de thermomètres. Pour éviter l'intervention de plusieurs observateurs, ce qui n'aurait pas été sans de graves inconvénients, il dispose tous ses thermomètres dans un même plan vertical; une chambre noire photographique en fait, au moment opportun, des instantanés qui lus ensuite à la loupe montrent toutes les températures prises rigoureusement au même instant : ces instantanés constituent d'ailleurs des documents sûrs et durables.

M. H. Bénard a étudié les mouvements tourbillonnaires qui se produisent dans une couche mince de liquide chauffée uniformément par la face inférieure; il y a appliqué toutes les méthodes d'observation et de mesure de l'optique, et aussi la reproduction photographique pour obtenir des images fidèles et permanentes des effets très remarquables qu'il a obtenus. Les photographies de M. Bénard montrent que les tourbillons donnent au liquide une structure particulière qui semble une copie fidèle de la constitution cellulaire des tissus végétaux et animaux.

1. *British Journal of Photography*, 1899.

1747. Applications diverses. — M. Lippmann s'est servi de la photographie pour comparer les durées d'oscillation de deux pendules. A deux époques différentes, il photographie les deux pendules, éclairés pendant un temps extrêmement court par l'étincelle d'un condensateur. On peut déterminer par des mesures micrométriques faites sur les deux négatifs les rapports des durées d'oscillation, et cela plus commodément et avec plus de précision qu'on ne peut le faire par la méthode des coïncidences.

M. Cailletet s'est proposé de trouver une relation plus exacte que celle de Laplace pour la mesure des hauteurs par le baromètre. Cette relation peut être obtenue au moyen d'un grand nombre de mesures simultanées d'altitude et de hauteur barométrique. Pour ces mesures, il emploie un appareil photographique enregistreur qu'il confie à des aérostats montés ou non montés. Les photographies sont faites toutes les deux minutes sur pellicules au gélatino-bromure d'argent; elles montrent simultanément la hauteur barométrique et la longueur occupée sur la plaque par deux points du sol de distance connue. La longueur focale de l'objectif étant connue, on peut en déduire l'altitude qui correspond à la pression enregistrée. On tient compte du retrait que subit la pellicule pendant les opérations photographiques, grâce à la présence de deux repères fixes qui s'impriment sur la plaque en même temps que la vue.

M. Buisson a observé que sous l'influence de la lumière, la surface des métaux se trouve modifiée de telle façon que la déperdition de l'électricité par la lumière ultra-violette change considérablement : aucune de ces modifications n'est saisissable par des moyens purements optiques. La surface passe d'un état à un autre qui n'est pas permanent et qui disparaît peu à peu quand l'énergie des radiations lui fait défaut : ce sont des réactions chimiques qui montrent ces changements. Une lame de zinc fraîchement amalgamée est exposée au soleil, dernière une feuille noire perforée et couverte d'une lame de verre durant quelques minutes; la modification n'est pas visible, mais si on expose les plaques à la vapeur d'iode, on développe l'image latente.

L'emploi combiné du microscope et de la photographie a permis de résoudre bien des questions qui intéressent l'industrie. C'est ainsi que M. Lechatelier, pratiquant des coupes très minces dans des statuettes égyptiennes anciennes, étudiant ces coupes au microscope polarisant et les reproduisant par la photographie, est arrivé à reconnaître qu'elles sont constituées par des grains siliceux, fins et anguleux, qui n'ont pu être obtenus que par broyage mécanique. Ces grains ont été soudés par de minimes quantités d'argile formant un ciment puissant. La couverte aussi est faite de ces grains siliceux empâtés dans un verre bleu au cuivre. On a donc pu faire exécuter des statuettes semblables à celles des Egyptiens.

M. Charpy a utilisé la microphotographie pour étudier la constitution des alliages antifriction, alliages qui ont une importance considérable dans la mécanique appliquée.

M. Marey a photographié à l'aide d'éclairs magnésiques des filets de fumée descendant parallèlement et distinctement dans l'air parfaitement tranquille d'un prisme vertical limité par des parois de verre. Lorsqu'on oppose des surfaces rigides à ces courants fluides, on voit ceux-ci se modifier et s'infléchir de façons fort diverses suivant les circonstances. L'étude

de ces mouvements aériens, modifiés par des obstacles résistants, est destinée à éclairer le rôle de l'aile de l'oiseau dans ses évolutions dans l'air.

MM. Lumière ont constaté qu'aux très basses températures (— 191° C) les phénomènes chimiques provoqués par les rayons lumineux paraissent supprimés d'une façon générale : ceci pour l'image latente. Les préparations qui donnent une image par noircissement ne donnent plus d'image à — 200°; quant aux substances phosphorescentes excitées préalablement par la lumière, elles perdent instantanément leurs propriétés particulières quand on abaisse leur température à — 191°. Leur faculté de luire est suspendue par le froid, mais non détruite.

La recherche des faux en écriture a été faite depuis longtemps à l'aide de la photographie. M. Sreznewski a signalé l'importance qu'il y avait à opérer de la manière suivante pour mettre en évidence des caractères presque complètement effacés et invisibles sur une photographie ordinaire : on exécute un très grand nombre de négatifs pelliculaires, on les superpose en les repérant; les différences les plus faibles s'ajoutant, les caractères peuvent atteindre une intensité suffisante pour être vus ou photographiés[1].

M. J. Waterhouse a reconnu que par exposition prolongée d'une lame d'argent à la lumière solaire on peut obtenir des images très distinctes au châssis-presse sur l'argent[2].

1748. Météorologie. — M. J. Vincent, astronome royal de Belgique, a recommandé pour la photographie des nuages l'emploi des plaques orthochromatiques Lumière sensibles au jaune et au vert, combinées avec une cuvette à solution de bichromate de potasse placée au-devant de l'objectif. La pose doit être instantanée dans le plus grand nombre de cas. Il est rare que les nuages se meuvent assez lentement pour permettre une pose d'une seconde; c'est deux ou trois heures après ou avant midi que l'éclairage est le plus favorable. Les plaques sont révélées avec un bain à l'hydroquinone et iconogène; le développement se fait dans l'obscurité et doit être terminé en neuf ou dix minutes. La solution de bichromate doit être d'autant plus foncée que le nuage se distingue moins sur le fond du ciel.

Pour photographier les nuages, l'emploi d'un miroir noir présente des avantages assez sérieux; on utilise ce miroir à l'avant ou à l'arrière de l'objectif. Ces miroirs se préparent en enlevant l'argenture qui est au dos d'une glace étamée. Il suffit d'une solution diluée d'acide nitrique dont on imbibe une touffe de coton que l'on promène à la surface du métal; on lave à l'eau, on laisse sécher et on recouvre le dos de la glace d'un vernis noir tel que le *Bate's black varnish* ou le vernis de Brunswick de bonne qualité. On photographie l'image réfléchie par ce miroir; le temps de pose est encore assez rapide s'il s'agit de photographies de nuages[3].

M. Glew obtient couramment la photographie des éclairs en plein jour; il utilise pour cela un appareil basé sur les observations de M. Ducretet, qui a constaté qu'en temps d'orage un appareil récepteur automatique enregistrait non seulement les coups de foudre observables, mais encore d'autres décharges atmosphériques d'importance moindre. M. Glew braque un appa-

1. *Congrès international de photographie*, 1900. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 567. — 3. *British Journal of Photography*, n° 2081.

reil photographique vers la région du ciel où siègent les phénomènes orageux; un récepteur hertzien, identique à ceux de la télégraphie sans fil, commande un déclic magnétique qui déclenche l'obturateur photographique dès que les premières manifestations électriques d'une décharge atmosphérique impressionnent l'appareil récepteur. La marche de l'obturateur est réglée de façon que le trait de l'éclair s'imprime nettement sans que le fond lumineux du ciel ait le temps de voiler la plaque.

M. Wenz a organisé un observatoire sonde destiné aux ascensions dans les hautes régions de l'atmosphère avec enregistreur photographique. L'observatoire contient : anémomètre, girouette, deux boussoles, deux hygromètres, un thermomètre à maximum et un à minimum, et enfin une montre à seconde; le tout est installé devant une chambre noire cinématographique; chaque minute, un obturateur découvre la pellicule qui prend la photographie de tous les instruments de mesure dans l'état où ils sont. L'étude de l'appareil se fait dans une ascension préparatoire au cerf-volant[1].

On peut obtenir facilement des photographies d'éclair avec des objectifs d'ouverture 1 : 8, à condition d'employer des plaques extra-rapides anti-halo et à couche épaisse. Quand l'orage s'annonce le soir, on place l'appareil devant une fenêtre ouverte, l'objectif ouvert et le volet du châssis levé. Quand l'œil aura perçu deux ou trois éclairs, on changera de plaque. On pousse le développement à fond jusqu'à ce que les bords de la plaque commencent à se voiler; souvent, les éclairs ne deviennent visibles sur le négatif qu'après le fixage. Il faut marquer le sommet de la plaque afin de ne pas imprimer les éclairs à l'envers et noter la longueur focale de l'objectif, la date, l'heure, l'orientation de l'axe de l'objectif et l'intervalle de temps écoulé entre l'éclair et le coup de tonnerre[2].

§ 6. — Radiologie.

1749. Classification. — M. A. Buguet[3] a proposé la classification suivante pour les radiations nouvelles et leurs divers effets; la radiologie comprendra :

1° L'étude des *rayons X* de Rœntgen;

2° La radio-activité : c'est le phénomène qui consiste en l'émission permanente par certaines substances, comme l'uranium et ses composés, de radiations qui, comme les rayons X, traversent nombre de corps opaques pour la lumière ordinaire. Cette radio-activité a conduit Mme Curie à la découverte du *polonium*, métal qui semble voisin du bismuth, et à celle du *radium*, qui semble voisin du baryum;

3° L'étude des rayons ultra-violets qui traversent abondamment des lames opaques d'argent.

Les principaux réactifs des radiations nouvelles sont :

1° La plaque photographique qui s'impressionne comme à la lumière ordinaire; l'image de cet agent de recherche et d'application constitue la *radiographie;*

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1900, p. 125. — 2. *Photography*, 1900, n° 595. — 3. *Annuaire général de la photographie*, 1899. p. 69.

2° Les matières fluorescentes, comme le platino-cyanure de baryum, dont l'emploi constitue la *radioscopie;*

3° Enfin l'action sur les corps électrisés, qui donne une méthode d'étude plus sensible souvent et plus précise sous le nom de *radio-électricité.*

Ces trois méthodes interviennent presque toujours concurremment dans les recherches purement théoriques. La radioscopie et la radiographie ne doivent pas être séparées dans la plupart des applications, et particulièrement dans le dignostic médical.

1750. Radiographie. — M. Henri Morize a repris la détermination de la durée de l'émission des rayons X et a constaté, comme M. Colardeau, que la rupture du courant inducteur provoque plusieurs décharges successives; on observe jusqu'à quatre émissions successives de rayons X de durées égales, mais d'intensité rapidement décroissante. La radiographie obtenue avec une seule étincelle provoquée à la main constitue le plus rapide des procédés de photographie dite instantanée, car on arrive à une pose efficace de 1 à 2 millièmes de seconde; cette instantanéité est pratiquée depuis l'emploi des tubes à focus.

M. A. Buguet a constaté, en 1896, l'apparition derrière des écrans opaques de phénomènes analogues à ceux des rayons X; M. Sagnac a montré qu'il s'agit là d'une véritable fluorescence des corps sur lesquels tombent les rayons X.

M. A. Buguet a fait construire, sous le nom de *posomètre* pour rayons X, des échelles d'opacité permettant d'éviter des tâtonnements dans les applications, et, sous le nom de *ximètre*, un appareil photométrique permettant l'étude de la valeur des tubes de Rœntgen et du matériel employé pour les actionner.

Les méthodes de mensuration sont nombreuses. Une des plus élégantes est celle de MM. T. Marie et H. Ribaut, qui superposent, dans une même image stéréoscopique, deux stéréoradiotypes, obtenus l'un du sujet à mesurer, l'autre de repères métalliques disposés dans l'espace à des distances mesurées une fois pour toutes. Ils ont apporté à leur procédé un perfectionnement qui ajoute beaucoup à la précision des mesures en introduisant dans le stéréoscope un système réticulaire à deux fils fins mobiles qui permet un repérage parfait des points intéressants du radiogramme.

M. A Buguet a fait construire un *radiographomètre* formé de deux réseaux métalliques entre lesquels se place le sujet à mesurer. On en fait, comme d'habitude, deux radiographies différentes. Les négatifs portent les éléments de toutes les mesures dont on a besoin. Cet appareil, par la combinaison de deux projections cavalières, permet de résoudre tous les problèmes tels qu'ils sont traités en métrophotographie, mais encore il définit les positions précises de foyers de rayon X qu'il est à peu près impossible de déterminer toujours et, à coup sûr, dans la pratique courante.

M. Bertin-Sans préfère disposer simplement sur la plaque deux tiges métalliques de 0m10 placées normalement en deux points convenablement choisis et montées sur trépieds lourds, de façon qu'elles posent réellement sur la surface sensible. Les deux ombres portées que l'on trouve sur le négatif suffisent pour déterminer les coordonnées du focus.

M. Varnier pratique la radiographie à grande distance, de façon à obtenir

des projections rigoureusement orthogonales, ce qui, dans l'interprétation des résultats pour la mensuration, et en particulier celles de la région pelvienne qui intéressent l'accoucheur, dispense des appareils compliqués, de constructions et de calculs parfois fort longs.

MM. T. Marie et Cluzet ont appliqué les rayons X à la pelvimétrie en disposant sur le sujet un système de réglettes de bois portant deux séries de clous symétriquement disposés. Sur l'épreuve radiographique, les silhouettes des clous suffisent pour tracer un réticulage de droites, qui permet de dessiner la courbe de l'ouverture pelvienne, ce qui, dans bien des cas, est particulièrement important.

MM. Marie et Ribaut ont établi un modèle de stéréomètre radiographique qui donne des mesures très complètes et d'une très grande exactitude; on arrive ainsi à une précision comparable à celle des meilleures méthodes de mesure, tout en conservant, au point de vue de l'intérêt des renseignements à fournir au chirurgien, l'immense avantage de la reconstitution stéréoscopique intégrale et correcte des milieux les plus complexes.

On a employé presque exclusivement jusqu'ici les courants continus pour produire les rayons X. Si l'on utilise les courants d'usine à forte tension, on peut fort bien remplacer les rhéostats ordinaires par des rhéostats que l'on forme très simplement en groupant en dérivation un nombre suffisant de lampes à incandescence. On emploie rarement les courants polyphasés, et c'est seulement dans ces derniers temps que les constructeurs ont établi des installations radiographiques fonctionnant à l'aide de machines électrostatiques.

M. le Dr Marie a imaginé un interrupteur mécanique très robuste, actionné par un moteur très puissant : les interruptions sont produites par un plongeur conduit par un mécanisme analogue à celui de la machine à coudre.

L'interrupteur le plus employé est celui de M. Wehnelt, appareil basé sur le principe suivant. Dans le circuit d'une source à potentiel élevé, on place l'inducteur de la bobine et une cuve électrolytique dont la cathode est quelconque, tandis que l'anode est un fil de platine fin et court, soit de très petite surface : il se produit à la surface anodique un échauffement remarquable qui amène bientôt la caléfaction du liquide voisin. Une gaine de vapeur d'eau isole alors l'anode, et le courant est rompu.

M. Buguet a montré que l'interrupteur Wehnelt a la propriété curieuse de faire monter, pendant sa marche, l'intensité des lampes à incandescence du circuit; il offre, pour tous les radiographes qui disposent d'un courant d'usine à 110 volts, de grands avantages. Il se passe de rhéostats, il dispense du condensateur de la bobine, il ne coûte presque rien et constitue le plus régulier et le plus puissant des interrupteurs.

M. Villard a imaginé une véritable *soupape cathodique* qui rend de grands services aux radiologues, en supprimant dans le tube Rœntgen la décharge inverse et en permettant d'utiliser les courants alternatifs des usines électriques. Il utilise cette propriété de la décharge de ne traverser que dans un sens le tube de Crookes, dont les électrodes sont de capacités très différentes. Une seule soupape mise en série avec un tube Rœntgen suffit donc pour supprimer complètement les effets de la décharge inverse.

L'absorption des rayons Rœntgen par les solutions aqueuses des sels

métalliques a fait l'objet de nombreux travaux. M. Benoist a montré que l'absorption spécifique de chaque corps simple est à peu près proportionnelle à son poids atomique et permet de calculer l'absorptiom produite par tous les corps composés.

MM. Bertin-Sans et Gagnière ont confirmé les travaux de M. Buguet sur l'utilité des écrans en plomb pour la radiographie; ils ont reconnu qu'il y a avantage, avec les tubes actuels pour poses longues et tubes pénétrants, à employer l'écran dorsal fait d'une feuille de plomb. M. Londe[1] a constaté que les écrans renforçateurs ont une action renforçatrice bien nette; mais le trouble apporté par leur emploi ne permet pas de les utiliser pour obtenir des images fines et détaillées. Pour l'indication d'une fracture, pour la recherche d'un projectile, ces écrans permettent d'obtenir des résultats suffisants pour les besoins de la clinique en un temps trés court. Comme l'a montré M. Guilloz[2], il faut utiliser une épaisse feuille de plomb percée d'un diaphragme de forme telle que les rayons X qui vont à la partie intéressante du sujet passent par ce diaphragme, tandis que la feuille de plomb sera assez étendue pour empêcher les rayons X d'atteindre les points de l'espace d'où les rayons secondaires pourraient atteindre la plaque sensible. Les seuls bords du diaphragme pourraient envoyer des rayons secondaires vers la plaque; on évitera ce léger défaut en relevant un peu les bords du diaphragme du côté de la source de façon à réduire à une simple ligne le phénomène perturbateur.

On a employé les rayons X à l'examen des charbons naturels et artificiels; on a obtenu des résultats intéressants en étudiant, avec leur aide, la structure d'alliages de métaux de densité très différentes, comme les amalgames des métaux alcalins.

C'est surtout en chirurgie que les rayons X ont fourni le plus grand nombre d'applications : c'est surtout la coxalgie, la luxation de la hanche, les déviations vertébrales, le mal de Pott, etc., qui ont retenu les efforts des radiographes.

La radiologie des viscères a fait de très grands progrès. M. le Dr Guilleminot a imaginé un dispositif qui permet de prendre du cœur en activité une série de photographies instantanées faites toutes à la même phase du mouvement. Il emploie à cet effet un interrupteur dont les oscillations sont synchrones des battements du cœur.

M. Redard a montré tout le parti que l'on peut tirer de la radiographie dans le diagnostic et la cure de la coxalgie, particulièrement dans les formes de début.

§ 7. — Applications aux sciences naturelles.

1751. Médecine. — M. le Dr F. Lange, de Munich, a fait établir un appareil destiné à photographier l'intérieur de l'estomac. La chambre noire est construite d'après les principes utilisés pour la fabrication des instruments employés en photographie animée. L'appareil est disposé au bout d'une sonde œsophagienne que le patient veut bien avaler et qui contient

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1898, p. 406. — 2. *Comptes rendus*, 1900.

une petite lampe électrique destinée à éclairer les parois de l'estomac. Une pellicule photographique de 0m006 de large et de 0m50 de long est enroulée au fond de l'appareil sur une bobine; une de ses extrémités est fixée à un cordon qui glisse librement dans le tube de caoutchouc. En tirant le cordon, on déroule la pellicule, ce qui permet d'amener successivement ses diverses portions en face de l'objectif. On arrête la pellicule et on allume la lampe pendant le temps nécessaire à une pose. La lampe s'éteint, la pellicule se déroule et présente une surface vierge derrière l'objectif : nouvel éclair de la lampe, nouvelle photographie, et ainsi de suite jusqu'au bout du rouleau. On retire l'appareil quand on a le nombre de négatifs désirés, et on agrandit les images avant de les examiner[1].

Le Dr J. Gariel a présenté des photographies stéréoscopiques du larynx qui offrent un grand intérêt. Il s'est servi du dispositif de French, en employant deux objectifs au lieu d'un et en disposant l'appareil de façon à obtenir un grand nombre d'impressions en peu de temps.

M. Garnault a fait des applications photographiques en utilisant les faisceaux lancés par des lampes à incandescence munies de réflecteurs argentés. Les applications ont porté sur des cas très variés, tels que : rhumatismes musculaires et articulaires, ulcères variqueux, angine, catarrhe du nez, cas divers de surdité. Tantôt il était bon d'arrêter les radiations calorifiques, tantôt la radiation tout entière de la source était bonne ou meilleure. La lumière chaude ou froide peut donc être utilisée dans un certain nombre d'affections comme agent local.

MM. Ribaut et Monpillard ont publié un album d'histologie normale contenant cinquante planches microphotographiques prises directement sur les préparations histologiques elles-mêmes et reproduites par les procédés photomécaniques, avec les couleurs mêmes que l'on emploie en histologie pour différencier les tissus.

1752. Zoologie. — M. Boutan a obtenu des photographies instantanées au fond de la mer en opérant sur plaque 18 × 24. L'appareil présente les dispositions spéciales à une chambre noire qui doit être immergée à plusieurs mètres. L'obturateur était manœuvré d'un bateau et les expériences étaient faites à 3 mètres de profondeur; les objets reproduits étaient à environ 4 mètres de l'objectif.

§ 8. — Chromophotographie.

1753. Méthode directe. — M. de Saint-Florent obtient des photographies en couleurs par le procédé suivant : du papier à la celloïdine est recouvert d'une solution préparée avec 90 c. c. de solution saturée de gomme, 10 c. c. de glycérine et une quantité suffisante d'alcool à 90° pour former une sorte d'émulsion; on étend sur le papier cette mixture qui se sèche très vite. Le papier ainsi préparé est exposé sans noircissement préalable sous une estampe coloriée; l'exposition au soleil doit durer pendant un temps variable compris entre une heure et une heure et demie. L'épreuve négative assez intense présente déjà quelques couleurs; il suffit d'exposer

1. *La Photographie*, 1899, p. 184.

cette image pendant quelques instants à la lumière du jour pour que les couleurs apparaissent bien nettement en même temps que l'épreuve devient positive. Si l'on prolonge suffisamment l'exposition sous châssis, l'image se renverse complètement et la seconde exposition devient inutile. On peut fixer les épreuves, mais en les affaiblissant d'une façon notable, au moyen d'une solution de chlorure de calcium concentrée qu'on additionne de quelques gouttes d'hyposulfite à saturation. La solution est appliquée sur le verso de l'image au moyen d'un tampon de coton; on lave ensuite rapidement au moyen d'un autre tampon de coton[1].

M. Delvalz a constaté qu'une lame de laiton recouverte d'un mélange d'acétate de cuivre et de plomb constitue une plaque sensible traduisant par des couleurs l'impression lumineuse reçue. Un mélange de tartrate de cuivre et d'émétique peut remplacer les acétates[2].

1754. Méthode interférentielle. — M. Lippmann prépare pour la photographie des couleurs une émulsion orthochromatique. Dans 100 c. c. d'eau, il fait gonfler 4 grammes de gélatine, chauffe et ajoute 0gr53 de bromure de potassium, 6 c. c. de solution alcoolique de cyanine; 3 c. c. de solution alcoolique de rouge de quinoléine. Ces solutions alcooliques sont au titre de 1 gramme de matière colorante pour 500 c. c. d'alcool. Le tout étant mélangé à une température inférieure à 60° C., on ajoute dans l'obscurité 0gr75 de nitrate d'argent en poudre, on agite pendant une ou deux minutes pour le dissoudre, on filtre au coton de verre et on étend sur plaques, comme s'il s'agissait de collodionner la plaque; on laisse faire prise sur un marbre horizontal, très froid; on mouille chaque plaque à l'alcool avant de la laver, puis on la lave pendant une demi-heure; on fait égoutter et sécher. Les plaques se conservent pendant longtemps. Avant l'emploi, on mouille la plaque avec une solution renfermant : alcool absolu, 100 c. c.; nitrate d'argent, 0gr5; acide acétique cristallisable, 0gr5. La plaque ainsi traitée gagne en sensibilité, mais doit être employée dans la journée qui suit la préparation. On fait poser environ deux minutes au soleil avec un objectif Zeiss d'ouverture 1 : 6,3. Un développateur quelconque peut être employé, mais on obtient plus d'éclat en utilisant la formule de MM. Lumière : A) eau, 100 c. c.; acide pyrogallique, 1 gramme; B) eau, 100 c. c.; bromure de potassium, 10 grammes; C) ammoniaque caustique pure. Pour développer, on prend 10 c. c. de A), 15 c. c. de B) et 5 c. c. de C) que l'on additionne de 70 c. c. d'eau; on développe peu, et on renforce au bichlorure de mercure. On peut aussi développer avec une dissolution très étendue de protochlorure de cuivre ammoniacal, et comme fixateur après renforcement, on peut employer une solution faible de cyanure de potassium[3].

M. E. Douglas-Faweet préconise l'emploi du violet de méthyle cristallisé dans l'alcool pour orthochromatiser les plaques : 25 c. c. d'une solution à 1 °/₀ conviennent pour 100 c. c. d'émulsion. Pour le développement, il se sert d'une solution d'ortol ou de glycine et ne cherche qu'à obtenir une très faible image : c'est le renforcement qui doit donner l'intensité nécessaire au brillant des couleurs. Il renforce à l'argent, à l'aide d'un bain

1. *Photo-Gazette*, 1897, p. 101. — 2. *Comptes rendus*, 18 juillet 1898. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 116.

contenant : eau, 100 c. c.; sulfocyanure d'ammoniaque, 24 grammes; sulfite de soude cristallisé, 24 grammes; hyposulfite de soude, 5 grammes; nitrate d'argent, 4 grammes; bromure de potassium, 0gr5; on ajoute 5 ou 6 centimètres cubes de cette solution à 40 c. c. d'une solution de métol-sulfite sans alcali : les couleurs n'apparaissent souvent qu'après ce renforcement.

M. Goddé emploie les formules suivantes : A) eau, 900 c. c.; gélatine Drechser, 40 grammes; bromure de potassium, 5gr3; solution alcoolique de violet de méthyle cristallisé à 2 grammes par litre, 30 c. c.; B) eau distillée, 100 grammes; nitrate d'argent fondu, 7gr50; on filtre cette émulsion, on fait prendre sur plaque, on lave d'abord à l'alcool, puis à l'eau courante et on fait sécher : les plaques se conservent. Peu avant l'emploi, on sensibilise dans un bain contenant 1 litre d'eau, 5 c. c. de solution alcoolique d'érythrosine au 500e, 40 grammes de nitrate d'argent et 10 c. c. d'ammoniaque à 22°; on fait égoutter sans laver, et on sèche dans l'obscurité. On expose dans le châssis à mercure; au sortir du châssis, on passe le blaireau pour éliminer les traces de mercure et on développe la plaque en la plongeant sans temps d'arrêt dans un bain préparé au moment de l'emploi avec 35 c. c. d'eau, 2 c. c. d'ammoniaque pure à 22°, 10 c. c. de solution de bromure de potassium à 10 %, 10 c. c. de solution d'acide pyrogallique à 1 %. Le développement doit être terminé en quinze à vingt secondes, et en aucun cas la plaque ne séjournera plus d'une minute dans ce développateur. On lave abondamment et on fixe dans une solution d'hyposulfite de soude à 15 %; on lave à l'eau courante pendant cinq minutes et on fait sécher : les couleurs apparaissent au séchage.

Si on craint la surexposition, on développe avec un révélateur contenant, pour 1 litre d'eau, 25 grammes de sulfite de soude cristallisé, 5 grammes de glycine et 25 grammes de carbonate de potasse. La glace impressionnée, plongée dans ce révélateur, devra en être retirée lorsque l'image sera visible dans son ensemble mais très faible; on lave, on fixe à l'hyposulfite de soude et on sèche.

Les couleurs peuvent ne pas apparaître après le premier développement; dans ce cas, on renforce avec une solution de bichlorure de mercure à 5 % jusqu'à disparition complète de l'image, on lave et on redéveloppe dans le bain au glycin qui a servi pour le premier développement, on lave et on sèche. Au besoin, on peut renforcer une seconde fois, mais avant d'effectuer ce renforcement, il faut tâter l'épreuve. On verse à la surface de l'image quelques gouttes de benzine cristallisable et l'on recouvre le tout d'une feuille de gélatine noire ou de papier à aiguille en évitant les bulles d'air qui pourraient s'interposer entre la surface de l'épreuve et celle du papier ou de la gélatine noire. On examine alors l'épreuve sous un angle convenable en regardant la face verre : pour trouver cet angle, on se place au fond d'une pièce éclairée par une fenêtre et on cherche à recevoir dans l'œil la lumière extérieure réfléchie par l'image, celle-ci faisant l'office de miroir; on arrive ainsi à voir les couleurs. Si elles ne sont pas suffisamment vives, on procède à un second renforcement, après quoi on enduit le dos de l'épreuve, c'est-à-dire le côté gélatine, d'un vernis noir à l'alcool dont le séchage demande généralement deux à trois heures [1].

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 351.

M. Blanc utilise les plaques préparées à l'albumine et se sert d'un châssis à mercure de construction assez simple. Pour empêcher le mercure de s'échapper, même par les joints au caoutchouc, il double la feuille de caoutchouc de deux feuilles de drap placées une de chaque côté du caoutchouc; le mercure est très bien retenu par le feutrage du drap.

Le montage de l'épreuve s'effectue en la collant au baume du Canada sur un prisme de même dimension et d'un angle de 10° environ; on colle ce prisme en le chauffant graduellement de 70 à 80° et en versant au milieu du baume du Canada. La partie épaisse du prisme se place sur le côté gauche de l'épreuve, l'image n'étant pas renversée. On enferme complètement l'épreuve avec du papier à aiguille en réservant les parties que l'on veut projeter.

Le montage du prisme peut amener une modification désavantageuse dans les nuances, tandis qu'en d'autres cas l'image gagne considérablement en exactitude et en pureté. M. le Dr Neuhauss[1] a constaté, en effet, que suivant que la surface en contact immédiat avec la gélatine ou l'albumine a un indice de réfraction plus faible ou plus élevé que la gélatine ou l'albumine, toutes les couleurs se rapprochent du rouge ou du violet. On peut donc, dans une certaine mesure, remédier à de légères inexactitudes de nuances dues à un orthochromatisme insuffisant, à un temps de pose défectueux ou à un développement mal conduit. Le baume du Canada détermine un déplacement des couleurs vers le violet. Si cet effet n'est pas utile, on peut interposer une pellicule assez épaisse dont l'indice de réfraction soit inférieur à celui du baume, par exemple une couche de celluloïd dissous dans l'acétone ou l'acétate d'amyle. Le montage du prisme se fait au baume, comme à l'ordinaire, sur cette couche intermédiaire[2].

M. Meslin a fait remarquer qu'une photographie en couleur faite par le procédé Lipmann, examinée du côté verre, présente des nuances qui ne sont pas celles de l'original ni leurs complémentaires, mais des teintes se rapprochant de celles des anneaux transmis du troisième groupe. M. O. Wiener explique cette anomalie par la distance variable, suivant la couleur, de la surface terminale de la couche au premier miroir élémentaire et celle réfléchie à la surface externe, cette dernière pouvant d'ailleurs être éliminée par le collage d'un prisme sur l'image, comme l'ont indiqué MM. Lumière. L'interférence de l'onde réfléchie superficielle avec l'onde provenant des réflexions intérieures a pour effet de repousser vers le rouge le centre de gravité de la couleur obtenue par réflexion relativement à la couleur qui a servi à éclairer. Du côté verre, la distance du dernier miroir au plan de séparation de la couche et du verre est soumise à des variations bien plus considérables. M. Wiener a reproduit sur la surface externe de la couche les mêmes phénomènes; il suffit pour cela d'user la couche en coin au rouge d'Angleterre. Au fur et à mesure que croît l'inclinaison de la nouvelle surface sur la direction des miroirs, on voit s'augmenter dans l'étendue du spectre le nombre des maxima et des minima d'intensité[3].

1. *Phot. Rundschau*, 1900, p. 167. — 2. *La Photographie*, 1901, p. 31. — 3. *Journal de physique*, janvier 1900.

1755. Méthode indirecte. — Dans la méthode indirecte, on prépare trois négatifs et on extrait des sujets polychromes les couleurs bleue, jaune et rouge. On peut faire la synthèse à l'aide des trois négatifs obtenus, soit en les éclairant par trois lumières colorées, soit en les imprimant sur trois couches convenablement colorées que l'on superpose ensuite.

M. Ducos du Hauron a fait construire par M. Mackenstein un chromographoscope servant en même temps à obtenir les trois épreuves destinées à produire les effets de couleur et à les examiner. Ce qui le distingue des autres appareils du même genre, c'est que les trois épreuves sont obtenues simultanément et sur une glace unique[1]. Par un jeu de miroirs et de lames transparentes disposées à 45°, le faisceau lumineux se divise, en arrière de l'objectif, en trois parties qui parcourent, avant d'arriver à la surface sensible qui forme la cloison supérieure de la chambre noire, des chemins exactement équivalents, mais qui transportent des quantités de lumière inégales. La distribution de la lumière entre les faisceaux est réglée pour une lumière normale; s'il y a lieu de faire une correction, on l'effectue de façon très simple au moyen d'une sorte d'iris transparent, jaune, à pupille blanche, que M. Ducos du Hauron a combiné avec le diaphragme.

La sélection des couleurs pour chaque négatif s'effectue comme en chromotypographie avec une chambre noire munie d'écrans colorés et d'un chariot multiplicateur.

La photographie des couleurs par la méthode indirecte permet d'obtenir facilement des épreuves pour projections; les modes de tirage par imbibition permettent d'atteindre ce résultat. L'un des procédés les plus pratiques est celui qu'ont fait connaître MM. Lumière.

1756. Procédé de MM. Lumière. — Dans ce procédé, il convient d'effectuer trois groupes d'opérations : 1° sélection des couleurs, c'est-à-dire représentation sur trois négatifs séparés des radiations élémentaires rouges, jaunes et bleues réfléchies par l'objet; 2° tirage des trois monochromes positifs colorés en rouge, jaune, bleu et correspondant aux négatifs; 3° superposition de ces trois monochromes constituant la synthèse définitive des couleurs[2].

La sélection des couleurs dépend de la sensibilité des plaques et de la couleur des écrans. Les plaques employées sont les plaques Lumière, 1° série A, sensibles au jaune, et au vert; 2° série B, sensibles au rouge et à l'orangé; 3° étiquette bleue, sensibles au bleu et au violet. L'écran bleu violet est employé avec la plaque ordinaire, l'écran orangé avec la plaque de la série B, et l'écran vert avec la plaque de la série A. Toutes ces plaques sont enduites du côté verre d'un vernis spécial anti-halo, constitué par du collodion normal épais dans lequel on dissout à saturation de la chrysoïdine.

Les trois écrans sont montés à la suite l'un de l'autre sur un châssis spécial glissant dans une coulisse que l'on fait établir facilement à l'arrière de l'objectif. Ces écrans sont constitués par des glaces à faces parallèles de 2 millimètres d'épaisseur; on les nettoie et on les recouvre d'une solution

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1897, p. 590; 1898, p. 81. — 2. *Ibid.*, 1901, pp. 205, 303, 443.

de gélatine absolument limpide à 10 %; on verse 5 c. c. de gélatine pour chaque glace de 10 centimètres de côté, on fait prendre en gelée sur une table horizontale refroidie, et l'on fait sécher ces couches de gélatine à l'abri de la poussière. On les plonge ensuite dans les bains de teinture qui sont des solutions aqueuses. Le bain vert se prépare avec 5 c. c. de solution de bleu de méthylène N à un demi pour cent, et 20 c. c. de solution d'auramine G à un demi pour cent; le bain bleu violet s'obtient avec 20 c. c. d'eau; enfin, le bain orangé est obtenu en mélangeant 18 c. c. de solution d'érythrosine à un demi pour cent, et 20 c. c. de solution de métanile saturée à 15°. Les glaces gélatinées sont immergées dans ces bains de teinture préalablement filtrés et amenés à la température de 20° C; on lave sommairement pour éliminer l'excès de matière colorante, et les glaces teintes sont collées deux à deux, couche contre couche, au moyen d'une solution concentrée et visqueuse de baume du Canada.

Il faut faire poser dix ou douze fois plus avec les écrans orangé et vert qu'avec l'écran bleu violet. La chambre noire doit être très solidement fixée, de façon à ne pas subir de déplacement au moment de la substitution des plaques et des écrans correspondants. Il est très important d'effectuer aussi rapidement que possible les trois opérations pour éviter le déplacement de l'objet ou la variation de l'éclairage.

Les révélateurs qu'il convient d'employer sont ceux qui fournissent des négatifs doux, sans empâtement des demi-teintes. Les négatifs durs doivent être rejetés. C'est le révélateur au diamidophénol qui paraît réunir le mieux les conditions requises. Il faut éviter le renforcement du négatif, de même que l'emploi des affaiblisseurs; si c'est absolument nécessaire, on renforcera à l'iodure mercurique ou l'on affaiblira à l'aide du sulfate de cérium. Les négatifs secs sont bordés avec du papier noir ou avec du papier d'étain, comme on le fait pour ceux destinés au tirage au charbon.

Les papiers sensibles, destinés au tirage des positifs, se préparent en étendant sur verre du beau papier couché. Le verre est d'abord talqué, puis revêtu sur ses bords d'une couche de caoutchouc dissous dans la benzine à la dose de 1,5 %. Cette solution est passée au pinceau de manière à former autour de la plaque une bande de quelques millimètres de largeur, on laisse sécher et on recouvre la plaque d'un collodion renfermant 500 c. c. d'alcool, 625 c. c. d'éther, 12,5 c. c. de coton-poudre et 3 c. c. d'huile de ricin. Après séchage du collodion, on plonge d'une part le verre, et d'autre part le papier couché, dans une solution de gélatine à 7 % amenée à la température de 50° C. Les deux surfaces, collodion et couche de barytage, sont amenées en regard l'une de l'autre, dans la même cuvette; on élimine l'excès de gélatine et on laisse sécher. On recouvre enfin le papier avec un vernis contenant 50 c. c. d'alcool et 50 c. c. de vernis blanc Sœhnée.

Après douze heures de séchage à la température ordinaire, on recouvre le vernis d'une couche sensible préparée avec 1 litre d'eau, 120 grammes de gélatine pour émulsion, 120 gr. de colle-forte Coignet, 60 grammes de bichromate d'ammoniaque, 40 c. c. de citrate bimétallique à 25 %, 1 gramme de rouge de cochenille et 200 c. c. d'alcool. Il faut employer 15 c. c. de ce mélange pour une plaque du format 13 × 18. Quand la couche a fait prise, on fait sécher dans une étuve obscure et bien ventilée,

maintenue à température constante, n'excédant pas 20° C. Le séchage doit être complet en douze heures.

Après séchage, on décolle les papiers des verres qui servaient de support, on expose à la lumière comme dans le procédé au charbon, et on dépouille après avoir reporté sur verre talqué, collodionné et recouvert d'une légère dissolution de caoutchouc dans la benzine (7gr5 par litre). La couche de caoutchouc étant sèche, on fait le report comme d'habitude et on dépouille à l'eau chauffée à 33° C. Quand toute la gélatine restée soluble est bien dissoute par l'eau chaude, il ne reste plus sur le verre qu'une image incolore présentant un léger relief constitué par de la gélatine insolubilisée; on lave à l'eau froide, on passe la plaque à l'alcool pendant cinq minutes et on fait sécher.

Les images incolores ainsi obtenues sont immergées dans des bains de teinture respectivement rouge, jaune et bleu. Le négatif obtenu sur plaque série A fournit l'image à colorer en rouge; celle à colorer en bleu est fournie par le négatif sur plaque série B; enfin, on colorera dans le bain jaune celle qui se rapporte au négatif pour lequel on a employé l'écran violet.

Le bain de teinture rouge est composé de 1 litre d'eau et 25 c. c. de solution à 3 % d'érythrosine J; le bain bleu contient 1 litre d'eau, 50 c. c. de solution de bleu pur diamine FF à 3 %, 70 c. c. de solution de colle-forte à 15 %. Le bain jaune s'obtient avec 1 litre d'eau, 4 grammes de chrysophénine G que l'on fait dissoudre à 70° C. et que l'on additionne de 200 c. c. d'alcool. La coloration des monochromes s'effectuant à la température ordinaire exige environ douze heures d'immersion dans ces bains pour être complète. Après coloration, les plaques sont sommairement lavées à l'eau froide pour enlever l'excès de bain de teinture. Les monochromes jaunes sont mis à sécher sans autre précaution, tandis que les rouges et les bleus sont préalablement immergés dans une solution de sulfate de cuivre à 5 %, puis rincés de nouveau.

Avant de réaliser le montage des monochromes, on effectue une superposition provisoire en examinant par transparence sur une feuille de papier blanc les trois monochromes superposés. On peut alors corriger et augmenter l'intensité d'une ou de deux images en les immergeant de nouveau dans les bains de teinture.

Les intensités du jaune et du rouge peuvent être diminuées par des lavages à l'eau suffisamment prolongés. Le bleu présente la propriété de dégorger avec une grande facilité quand on le plonge dans de l'eau contenant une faible proportion de colle-forte (1 % ou même un demi pour cent). A l'aide d'un pinceau imbibé d'eau, on peut laver et affaiblir les parties trop colorées. Après les corrections, on passe de nouveau le monochrome rouge et le bleu au sulfate de cuivre.

Pour coller les pellicules l'une sur l'autre, on utilise un support provisoire constitué par le papier dont le mode d'obtention a été décrit à propos de la préparation des papiers sensibles. Ce papier est appliqué sur le monochrome jaune et collé avec : eau, 1,000 c. c.; colle-forte, 150 grammes. Après séchage complet, on décolle le papier qui entraîne la pellicule jaune, puis on l'applique ensuite sur le monochrome bleu en faisant usage du mélange suivant : eau, 1 litre; gélatine dure, 120 grammes; glycérine, 50 c. c. Cette solution chaude est mise dans une cuvette dans laquelle

plonge le monochrome bleu sur verre et le papier portant la pellicule jaune; on fait repérer et on enlève rapidement l'excès de solution à la raclette. Quand le papier est sec, on le décolle de nouveau du verre et on répète les mêmes opérations pour le monochrome du rouge. On décolle enfin le papier sur lequel on a l'image complète avec toutes ses couleurs. Cette épreuve sur papier peut être reportée sur verre pour être examinée par transparence.

Le premier report de la pellicule jaune ayant été fait, non à la gélatine, mais à la colle-forte beaucoup plus soluble, il est facile d'enlever le papier à l'eau tiède lorsque l'ensemble des trois images superposées se trouve définitivement fixé sur le verre qui lui sert de dernier support; dans ce cas, les monochromes doivent être intenses et les irrégularités ont une importance relative moindre.

Au lieu d'utiliser le procédé par imbibition de la gélatine, M. Chaupe se sert du procédé au charbon employé autrefois dans le même but par M. Léon Vidal, avant la fabrication des plaques orthochromatiques.

1757. Autres procédés. — M. le baron von Hübl utilise comme couleurs fondamentales du rouge cramoisi, du bleu verdâtre et du jaune; il se sert d'une plaque ordinaire, exposée sans écran pour le négatif convenant au monochrome jaune et trouve que l'emploi de l'écran violet constitue une complication dont on peut se passer. Le négatif devant servir pour l'impression du rouge est obtenu sur plaque orthochromatique du commerce sensible au jaune et au vert; on l'utilise avec un écran vert assez intense. Le troisième négatif servant à l'impression du bleu se fait sur plaque sensible au rouge et au jaune en utilisant un écran orangé; les plaques Lumière, série B, conviennent très bien pour ce travail. On peut d'ailleurs préparer des plaques permettant d'atteindre ce résultat en orthochromatisant les plaques ordinaires avec : eau, 400 c. c.; dextrine, 40 grammes; alcool, 150 c. c.; solution saturée à froid de borax, 20 c. c.; solution de cyanine au 500e, 3 c. c. L'immersion dans ce bain doit être prolongée pendant cinq minutes; on sèche dans l'obscurité absolue. Ces plaques se conservent en bon état pendant huit jours et sont très sensibles au rouge.

Les écrans colorés sont constitués par des glaces minces, de la dimension des plaques que l'on emploie; on les recouvre de gélatine et on les colore par imbibition. Pour l'écran orangé, on emploie : eau, 100 c. c.; alcool, 20 c. c.; écarlate de Biebrich à 1 pour 200, 20 c. c; méthylorange à 1 pour 200, 5 c. c.; jaune de naphtol S. 4 à 1 pour 200, 5 c. c.; acide acétique cristallisable, 3 c. c. La teinture pour écran vert se prépare avec : eau, 100 c. c.; alcool; 40 c. c; vert bleuâtre à 1 pour 200, 12 c. c.; jaune de naphtol à 1 pour 200, 40 c. c.; acide acétique cristallisable, 3 c. c. Lorsque les plaques ont pris une couleur intense, on les lave dans un mélange d'eau distillée et d'acide acétique et on les fait sécher dans un milieu exempt de poussières. Le degré d'intensité de coloration se détermine expérimentalement.

Les négatifs ne doivent pas être trop intenses; on les imprime sur gélatine que l'on colore ensuite par les procédés d'imbibition[1]. On superpose les trois monochromes pour obtenir la synthèse des couleurs. On

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 51.

peut imprimer les monochromes sur pelliculles Eastman sensibilisées au bichromate. On dépouille à l'eau pas trop chaude et on fixe à l'hyposulfite. Dans la teinture de ces monochromes, il vaut mieux employer des couleurs peu intenses, sauf à repérer deux pellicules de la même teinte si l'intensité de coloration n'est pas suffisante. On emploie des solutions filtrées d'érythrosine, de vert de méthyle, de jaune d'aniline et de jaune de naphtol par moitié, ces dernières bien filtrées.

Le Dr A. Hezékiel utilise pour la production des négatifs les plaques *Cadett spectrum*. Le porte-écran et les châssis sont placés dans un dispositif spécial qui se fixe à l'arrière de la chambre noire ordinaire; le volet étant retiré, on effectue une première pose à travers l'écran rouge; l'objectif est fermé, le châssis poussé d'un tiers plus loin, et on expose la plaque sous l'écran vert. On obtient le troisième négatif par un nouveau glissement d'un tiers et pose à travers l'écran bleu.

Le choix de la couleur des écrans est loin d'avoir l'importance que l'on lui prête généralement; dans tout procédé trichrome, l'arbitraire joue un rôle si important que les erreurs d'écrans sont insignifiantes et disparaissent devant les erreurs de pose et de teinture des copies.

Le négatif obtenu à travers l'écran rouge et destiné à la copie bleue est imprimé sur une plaque diapositive *Cadett Lantern*, qui est développée, fixée et transformée en une image cyanotype bleue par immersion dans un bain de ferricyanure de potassium, lavages, et nouvelle immersion dans un bain de perchlorure de fer; on fixe à l'hyposulfite et on lave.

Pour les monochromes jaunes et rouges, on se sert de pellicules au gélatino-bromure que l'on sensibilise au bichromate; après séchage et exposition à la lumière, on dépouille à l'eau chaude et on fixe à l'hyposulfite; on teint en rouge par une solution d'érythrosine ou en jaune par une solution de tropéoline 00. On laisse sécher et on repère sur la copie bleue, en collant les pellicules avec du baume du Canada.

Les images sont meilleures si le monochrome bleu est obtenu par teinture comme les autres. Au lieu de pellicules de celluloïd, on peut employer des feuilles de mica recouvertes de gélatino-bromure d'argent; ces feuilles ont été autrefois utilisées pour le procédé au charbon[1].

M. Vood a utilisé les réseaux de diffraction pour obtenir par la méthode indirecte des photographies en couleur; il suffit pour cela d'utiliser des réseaux au 80e ou au 100e. Les trois négatifs sont obtenus par la méthode habituelle à l'aide d'écrans colorés analyseurs. On tire trois positives sur verre albuminé et on les recouvre d'une couche très mince de gélatine bichromatée. Les trois réseaux de diffraction d'un espacement convenable pour produire les couleurs primaires sont alors appliqués contre la couche sèche de gélatine bichromatée et exposés à la lumière; on dépouille à l'eau chaude et l'on obtient, à la surface du positif, un réseau convenable. Ces trois phototypes ainsi préparés servent à l'impression sous trois couches de gélatine bichromatée; la superposition de ces trois images placées en avant d'une lentille donne une image correctement colorée, à la condition de placer l'œil d'une façon convenable[2].

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1901, p. 177. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 270.

On a récemment imaginé[1] en Angleterre un dispositif de lanterne à trois corps n'utilisant qu'une seule source de lumière et un seul condensateur. Les miroirs partagent en trois le faisceau lumineux, qui éclaire alors simultanément au travers des écrans colorés les trois diapositives; les images de celles-ci sont projetées respectivement par trois objectifs.

On a essayé d'employer le procédé à la gomme bichromatée pour obtenir des impressions superposées destinées à fournir des images colorées par un procédé identique à celui qui était employé, il y a plus de trente ans, par Léon Vidal, qui utilisait les pellicules au charbon. Dans le nouveau procédé, on se sert de négatifs obtenus par les procédés de Cros et de Ducos du Hauron. On imprime successivement les trois négatifs sur le même papier; lorsque l'on a développé le premier monochrome, on laisse sécher le papier et on le recouvre de la seconde mixtion sensible dans laquelle on a mélangé à la gomme un peu de colle-forte; on développe et, après séchage, on applique sur le papier une nouvelle couche.

On utilise comme matières colorantes la gomme gutte, la laque de garance et le bleu de Paris, ou encore le jaune de cadmium ou celui de chrome, le carmin, le bleu de Prusse ou même l'outremer.

Le repérage se fait sans difficulté en traçant sur les bords des négatifs des marques qui s'impriment sur le papier et qui servent à mettre en place les images successives. La première image monochrome étant obtenue, on développe à la façon ordinaire, on laisse sécher, et seulement après séchage, on passe au bain d'alun qui élimine tous les sels de chrome et consolide la couche. Le séchage doit être fait à la température ordinaire; il faut absolument éviter l'action de la chaleur artificielle qui, déformant le papier, rendrait tout repérage impossible. La principale difficulté du procédé est de proportionner l'épaisseur des diverses couches; il vaut mieux employer des couches plus légères, quitte à les multiplier. Même en employant ces moyens, il faut reconnaître que, sauf pour quelques effets spéciaux, le procédé à la gomme bichromatée tel qu'il est pratiqué n'est pas favorable à la reconstitution des couleurs : en effet, par suite du dépouillement par le côté insolé, la gamme des tons est très incomplète; les demi-teintes les plus délicates disparaissent presque toujours et avec elles l'harmonie; par suite, la gradation des diverses nuances monochromes, qui se superposent et qui est si nécessaire dans le cas d'une épreuve polychrome, ne saurait exister.

1. *La Photographie*, 1899, p. 159.

CHAPITRE II.

PHOTOMÉTRIE.

1758. Actinomètres. — M. Paul Dosne a modifié le radiomètre vaporisateur de M. Descroix pour en faire un actinomètre automoteur destiné à la photographie. Dans sa forme définitive, c'est un fléau de balance oscillant autour d'un axe horizontal et promenant devant les divisions d'un arc la pointe d'une aiguille métallique attachée perpendiculairement au milieu du fléau, comme dans les balances usuelles. Ce fléau lui-même est fait d'un tube de verre terminé par deux boules et contenant une certaine quantité d'un liquide très volatil, comme le chlorure d'éthyle. L'une des branches est noircie, l'autre est incolore. L'appareil se règle en distribuant le liquide entre les deux boules de façon que l'aiguille vienne au zéro de la graduation. Si on expose l'appareil à la lumière, le liquide chauffant plus dans la partie noircie, il distillera vers la partie qui n'est pas noircie et l'équilibre sera rompu. La lecture de la division indiquée par l'aiguille permet d'estimer les propriétes de la lumière reçue.

On peut ainsi, après une étude convenable de l'appareil, en faire un *lux-mètre* mesurant en lux l'éclairement qu'il reçoit, et aussi un *photmètre* mesurant la lumination qui lui est arrivée dans des conditions données. M. Dosne en fait un avertisseur d'impression photographique : quand la pose devient suffisante, l'aiguille touche une borne, un courant passe et une sonnerie avertit l'opérateur que le tirage est terminé.

Une autre forme de cet appareil est celle dans lequel le courant électrique, produit au moment opportun, est utilisé à actionner un électro-aimant qui libère des couvercles que leur seul poids amène à couvrir les châssis lorsque l'impression est suffisante, de sorte que l'exposition devient alors tout à fait automatique[1].

L'actino-photomètre employé par M. Ch. Henry[2] est, comme le sensitomètre de Warnerke, basé sur la phosphorescence du sulfure de zinc sous l'influence de la lumière de magnésium; mais la phosphorescence du sulfure de zinc varie assez vite avec le temps pour que l'instrument ne puisse être utilisé que par des mains expérimentées.

Le châssis sensitométrique Marion (voir p. 182) permet d'utiliser une méthode de comparaison sensitométrique approchée et peut rendre de réels

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1899, p. 375. — 2. *Comptes rendus*, 1899.

services; il est d'ailleurs identique aux appareils employés par M. Abe Buguet dès 1891, aux mesures sensitométriques pour les papiers et les plaques[1].

1659. Applications aux appareils de projection. — MM. A. Blondel et J. Rey ont étudié la distribution de la lumière dans le faisceau projeté par les appareils de projection employés dans les phares, dans la marine et dans la defense des forts. Le faisceau est arrêté par un écran opaque, normal à sa direction; par un petit orifice pratiqué dans cet écran, on laisse passer une certaine fraction du faisceau : ce faisceau est reçu par un photomètre qui sert à le mesurer. La même mesure appliquée aux diverses régions du faisceau projeté permet de représenter graphiquement la distribution de la lumière dans ce faisceau. On peut en déduire par une sommation la puissance lumineuse totale de l'appareil.

La méthode peut être appliquée à l'étude des lanternes de projection, de leur lampe, de leur condensateur, de leur objectif; elle peut également convenir pour apprécier la façon dont la lumière est répartie à l'aide des projecteurs à lumière artificielle, très répandus aujourd'hui dans les ateliers photographiques.

MM. Lechatellier et Boudouard ont étudié l'éclat du bec Auer et reconnu que le manchon est composé de terres rares dont le pouvoir émissif, à la température où il fonctionne, est différent pour les diverses radiations; c'est donc, au moins à cette température, ce qu'on appelle un corps coloré. Son rendement avantageux résulte de ce que son pouvoir émissif, très grand, voisin de l'unité pour les radiations bleue, verte et jaune, est moindre pour le rouge et sans doute beaucoup plus faible encore pour l'infrarouge. La proportion d'énergie rayonnée sous forme de radiations visibles est par suite très grande.

1760. Sensitométrie photographique. — M. le Dr Eder a insisté sur l'importance qu'il y avait, en sensitométrie photographique, à choisir une source lumineuse normale constante. Le Congrès international de chimie appliquée de 1898 a adopté le principe suivant pour l'emploi de la source lumineuse normale :

Les rayons de la source lumineuse normale doivent agir directement sur la couche photographique sans interposition d'aucune couche absorbante ou réfléchissante. D'après ce principe, on ne peut admettre, pour la construction des sensitomètres *normaux*, les photomètres dits à échelle, où des couches de papier sont superposées en gradins, etc.

Le Dr Eder a établi que la sensibilité relative des plaques ordinaires au bromure d'argent croît parallèlement pour la lumière de l'acétate d'amyle et pour celle du jour. Par contre, les plaques orthochromatiques donnent des résultats sensiblement différents; et pour la photométrie des sources lumineuses de compositions spectrales différentes, comme aussi pour la photographie astronomique, les écarts deviennent appréciables.

Le sensitomètre universel de Scheiner, employé par le Dr Eder[2] permet

1. Voir *Photo-Journal*, 1891. — 2. *Comptes rendus de l'Académie impériale des sciences de Vienne*, tt. CVIII, CIXet CX.

d'effectuer avec une grande exactitude les mesures relatives à la sensitométrie des plaques photographiques.

M. Ed. Belin a établi une nouvelle méthode de détermination de la sensibilité des préparations photographiques, et particulièrement des préparations orthochromatiques. Cette méthode possède deux avantages principaux : 1° la sensibilité d'une plaque photographique est déterminée pour chaque radiation spectrale par une seule et même expérience; 2° la sensibilité quantitative aux diverses radiations est exprimée par des valeurs numériques qui sont entre elles comme les termes d'une progression arithmétique de 1 à 20; les rapports de sensibilité se trouvent donc exprimés aussi clairement et aussi simplement que possible.

Par ses principes même, la méthode sinusoïdale fournit des indications toujours comparables entre elles, sans qu'il soit besoin, pour les appareils, de dimensions rigoureuses, de précision parfaite, ni de réglage autre que celui du constructeur.

L'appareil de M. Edouard Belin se compose : 1° d'une source lumineuse étalonnée; 2° d'un dispositif spectrographique à réseau concave; 3° d'un obturateur mécanique animé d'un mouvement sinusoïdal.

Pour les recherches sensitométriques, on photographie, avec la plaque à essayer, le spectre de premier ordre inégalement éclairé dans sa hauteur par le mouvement rapide de l'obturateur. Le résultat, après développement, est une courbe avec des maxima et des minima caractéristiques. Cette courbe, qui n'est autre que le lieu des sommets des ordonnées indicatrices de la sensibilité aux radiations qui leur correspondent, devait jusqu'ici être tracée par points. De nombreuses causes d'erreur se trouvent ainsi évitées.

BIBLIOGRAPHIE.

Breton (J.-L.). *Rayons cathodiques et rayons X.*

Boyer (J.). *La photographie et l'étude des nuages.*

Brunel (G.). *Manuel de radiographie et de radioscopie par l'emploi des rayons X.*

Clerc (L.-P.). *La photographie des couleurs.*

— *La chimie du photographe.*

Clément (A.-L.). *La photomicrographie.*

Donnadieu. *La photographie des objets immergés.*

Ducos du Hauron. *La photographie indirecte des couleurs.*

Fanard. *La photogrammétrie.*

Friedlœnder (S.). *Einleitung um die Photochemie.*

Frœlicher. *Physique photographique.*

Hofmann (H.). *Die Praxis der Farben Photographie.*

Hübl (A.). *Die Dreifarben Photographie.*

Isenthal et Snowden Ward. *Practical radiography.*

Kaiserling (Dr C.). *Praktikum der Wissenchaftlichen photographie.*

LAINER (A.). *Photographische Chemie der Benzolderivate.*
LAUSSEDAT. *La métrophotographie.*
LONDE (A.). *Traité pratique de radiographie et de radioscopie technique et applications médicales.*
LUMIÈRE (A. et L.). *Notice sur le cinématographe.*
MARAGE (D.). *Etude des cornets acoustiques par la photographie des flammes de Kœnig.*
MATHET. *Le microscope et son application à la photographie des infiniments petits.*
MATUSZEWSKI. *La photographie animée.*
MEHEUX (F.). *De la nature des rayons X.*
MEYER-HEINE. *La photographie en ballon et la téléphotographie.*
NAMIAS (R.). *Considerazioni fotochimiche et termofotochimiche.*
— *I progressi della fotochimico.*
— *Manuale theorico pratico de chimica fotografico.*
NAUDET. *La photographie des couleurs à la portée de tous.*
NEUHAUSS (Dr R.). *Die Farben photographie nach Lippman's Verfahren.*
NIEWENGLOWSKI (G.-H.). *Technique et application des rayons X.*
PECTOR (S.). *Congrès international de photographie*, 1900.
PUISEUX (P.). *Sur quelques progrès récents accomplis à l'aide de la photographie dans l'étude du ciel.*
QUENISSET. *Application de la photographie à la physique et à la météorologie.*
STEINER (F.). *Die Photographie in Donste der Ingenieur.*
TISSANDIER (Marc). *La pratique expérimentale radiographique.*
TRUTAT. *La photographie animée.*
TERSCHAK (Emil). *Die Photographie im Hochgebirge.*
VALLOT (J.). *La photographie des montagnes.*
VOLKMER (O.). *Der Kinematograph oder die lebende photographie.*

TABLE MÉTHODIQUE DES MATIÈRES

DU SUPPLÉMENT C

LIVRE PREMIER.

CHAPITRE PREMIER.

PROPRIÉTÉS DES LENTILLES.

1513. Lentilles, notations, p. 5. — **1514.** Correction des abberrations, principe de Petzval, p. 6. — **1515.** Divers types d'objectifs, p. 8.

CHAPITRE II.

ESSAI DES OBJECTIFS.

§ 1er. — *Examen extérieur d'un objectif.*

1516. Pouvoir optique d'un objectif, p. 11. — **1517.** Monture, p. 12.

§ 2. — *Essai optique des objectifs.*

1518. Avantages de la méthode optique, p. 13. — **1519.** Méthode de M. Clay, p. 13. — **1520.** — Méthode de M. le colonel Moessard, p. 20. — **1521.** Emploi du tourniquet, p. 28.

§ 3. — *Essai photographique de l'objectif.*

1522. Méthode de M. Houdaille, p. 28. — **1523.** Méthode d'essai simplifiée, p. 29. — **1524.** Méthode d'essai de M. Cousin, p. 30. — **1525.** Précision des images photographiques, p. 31. — **1526.** Détermination des constantes d'un objectif, p. 33. — **1527.** Remarques sur les essais des objectifs, p. 34. — **1528.** Feuille signalétique, p. 35.

§ 4. — *Diaphragmes.*

1528 *bis.* Diaphragmes, p. 37. — **1529.** — Numérotage des diaphragmes, p. 38. — **1530.** Comparaison des divers modes de numérotage, p. 41. — **1531.** Vérification de l'exactitude du numérotage, p. 42. — **1532.** Diaphragmomètre universel, p. 42.

CHAPITRE III.

CHOIX DES OBJECTIFS A EMPLOYER.

§ 1er. — *Influence de la distance focale principale.*

1533. Utilité de la détermination des caractéristiques d'un objectif, p. 45. — **1534.** Exactitude de l'effet de perspective, p. 45. — **1535.** Influence de la distance focale sur les dimensions du matériel opératoire, p. 46.

§ 2. — *Influence de la longueur focale sur le recul et le diaphragme.*

1536. Echelle du sujet principal, p. 47. — **1537.** Déformation perspective des objets rapprochés. p. 48. — **1538.** Influence du diaphragme. p. 49. — **1539.** Profondeur de champ, p. 50. — **1540.** Profondeur de champ pour le paysage, p. 51. — **1541.** Distance hyperfocale, p. 51. — **1542.** Dilatation stéréoscopique, p. 52.

§ 3. — *Influence des aberrations.*

1543. Achromatisme, p. 54. — **1544.** Aplanétisme, p. 54. — **1545.** Astigmatisme, p. 55. **1546.** Qualités à sacrifier, p. 55. — **1547.** Influence de la composition des objectifs, p. 56. — **1549.** Défauts de fabrication, p. 57.

CHAPITRE IV.

DESCRIPTION DES OBJECTIFS PHOTOGRAPHIQUES.

§ 1er. — *Classification.*

1550. La clarté base de classification, p. 58.

§ 2. — *Objectifs de diamètre supérieur à f/3,16.*

1551. Objectif d'ouverture égale à l'unité, p. 60. — **1552.** Objectifs de diamètre compris entre 1/2 et 1, 2, 5, p. 61. — **1553.** Objectifs de diamètre relatif compris entre 1/2,5 et 1/3,16, p. 63.

§ 3. — *Objectifs dont le diamètre relatif est compris entre* 1/3,1 *et* 1/6,3.

1554. Objectifs de diamètre relatif compris entre 1/3,16 et 1/4, p. 64. — **1555** et **1556.** Objectifs de diamètre compris entre 1/4 et 1/6, p. 69. — **1557.** Objectifs de diamètre relatif compris entre 1/6 et 1/6,3, p. 81.

§ 4. — *Objectifs de diamètre relatif compris entre* 1/6,3 *et* 1/10.

1558. Objectifs de diamètre compris entre 1/6,3 et 1/7,7, p. 84. — **1559.** Objectifs de diamètre relatif compris entre 1/7,7 et 1/9, p. 93. — **1560.** Objectifs de diamètre compris entre 1/9 et 1/10, p. 98.

§ 4 *bis.* — *Objectifs de diamètre relatif compris entre* 1/10 *et* 1/14.

1561. Objectifs de diamètre relatif compris entre 1/10 et 1/12, p. 100. — **1562.** Objectifs compris entre 1/12 et 1/14, p. 105.

§ 5. — *Objectifs de diamètre relatif compris entre* 1/14 *et* 1/20.

1563. Objectifs de diamètre relatif compris entre 1/14 et 1/17, p. 105. — **1564.** Objectifs de diamètre relatif compris entre 1/17 et 1/20, p. 106.

§ 6. — *Objectifs de diamètre relatif inférieur à* 1/20.

1565. Objectifs de diamètre compris entre 1/20 et 1/30, p. 109.

§ 7. — *Trousses d'objectifs.*

1566. Emploi des anagtismats, p. 113.

§ 8. — *Téléobjectifs.*

1567. Propriétés des téléobjectifs, p. 115. — **1568.** Luminosité et champ du téléobjectif, p. 116. — **1569.** Détermination des mesures du téléobjectif, p. 119. — **1570.** Téléobjectif Dallmeyer, p. 122. — **1571.** Téléobjectif pour chambres à main, p. 122.

§ 9. — *Divers.*

1572. Objectifs par diffraction, p. 123. — **1573.** Modifications du sténopé, p. 123. — **1574.** Mode d'emploi d'un objectif, p. 124. — **1575.** Entretien des objectifs, p. 126.

CHAPITRE V.

OBTURATEURS.

§ 1er. — *Obturateurs de plaque.*

1576. Fonctionnement de l'obturateur de plaques, p. 128. — **1577.** Etude de l'obturateur de plaques, p. 129. — **1578.** Détermination expérimentale des caractéristiques, p. 131. — **1579.** Divers types d'obturateurs de plaques, p. 135.

§ 2. — *Obturateurs montés au diaphragme.*

1580. Mesure de la rapidité d'action des obturateurs, p. 137. — **1581.** Nouveaux obturateurs, p. 138.

CHAPITRE VI.

CHAMBRES NOIRES ET ACCESSOIRES.

§ 1er. — *Chambres sur pied.*

1582. Chambres d'atelier, p. 140. — **1583.** Chambres de voyage, p. 142.

§ 2. — *Chambres à main et à châssis indépendants.*

1584. Chambres à mise au point, p. 144. — **1585.** Chambres à foyer fixe, p. 147.

§ 3. — *Chambres à main à magasin.*

1586. Appareils genre jumelle, p. 151. — **1587.** Appareils divers, p. 158. — **1588.** Appareil à grand rendement Sigriste, p 160. — **1589.** Appareils panoramiques, p. 164.

§ 4. — *Accessoires divers.*

1590. Pied de chambre noire, p. 164. — **1591.** Viseurs, p. 166. — **1592.** Stadimètre, p. 173. — **1593.** Châssis à rouleaux, p. 174. — **1594.** Loupe de mise au point, p. 174. — **1595.** Châssis magasin, p. 175. — **1596.** Ocrage des plaques, p. 177. — **1597.** Ecrans colorés, p. 178. — **1598.** Appareils pour déterminer la durée de la pose, p. 180. — **1599.** Appareils pour déterminer la sensibilité des plaques, p. 182. **1600.** Appareil de M. le général Sébert, p. 185. — **1600 *bis*.** Laboratoires portatifs, p. 189. — **1601.** Eclairage du laboratoire, p. 190. — **1602.** Cuvettes, p. 191. — **1603.** Châssis-presse, p. 195. — **1604.** Appareil redresseur, p. 197. — **1605.** Atelier vitré, p. 203. — **1606.** Poudres éclairs, p. 204. — **1607.** Emploi des poudres métalliques, p. 206. — **1608.** Appareils pour le montage des épreuves, p. 209. — **1609.** Boîtes à rainures, p. 209. — **1610.** Appareil pour retoucher les négatifs, p. 209.

LIVRE II.

PHOTOTYPES NÉGATIFS.

CHAPITRE PREMIER

PROCÉDÉS AU COLLODION.

§ 1. — *Collodion avec bain.*

1611. Renforcement des négatifs sur collodion, p. 211.

§ 2. — *Emulsions au collodio-bromure.*

1612. Sensibilité des émulsions au collodio-bromure, p. 212.

CHAPITRE II.

PROCÉDÉ AU GÉLATINO-BROMURE D'ARGENT.

§ 1. — *Préparation des plaques.*

1613. Epaisseur, dimensions et emballage des plaques, p. 213. — **1614.** Préparation de l'émulsion, p. 214. — **1615.** Emploi de diverses substances, p. 215. — **1616.** Plaques anti-halo, p. 217.

§ 2. — *Révélateurs.*

1617. Propriétés des développateurs, p. 222. — **1618.** Révélateur à l'acide pyrogallique, p. 127. — **1619.** Révélateur à l'amidol, p. 229. — **1620.** Révélateur à la diamidorésorcine, p. 230. — **1621.** Révélateur au paramidophénol, p. 230. — **1622.** Révélateur à l'hydroquinone, p. 231. — **1623.** Révélateur à la pyrocatéchine, p. 231. — **1624.** Révélateur à l'hydramine, p. 232. — **1625.** Révélateur au métol, p. 232. — **1626.** Révélateur à la glycine, p. 232. — **1627.** Révélateur à l'ortol, p. 234. — **1628.** Révélateur le diogène, p. 234. — **1629.** Révélateur à l'adurol, p. 235. — **1630.** Révélateurs divers, p. 235. — **1631.** Développement local, p. 236. — **1632.** Procédés opératoires, p. 237.

§ 3. — *Fixage, alunage.*

1633. Procédé opératoire, p. 238. — **1634.** Lavage des plaques, p. 239. — **1635.** Destruction de l'hyposulfite de soude, p. 240. — **1636.** Séchage des négatifs, p. 241.

§ 4. — *Renforçateurs, affaiblisseurs.*

1637. Renforcement par développement, p. 241. — **1638.** Renforçateur à l'iodure mercurique, p. 241. — **1639.** Renforçateur à l'argent, p. 243. — **1640.** Renforçateur aux sels de plomb, p. 243. — **1641.** Renforçateur aux sels de cuivre, p. 244. — **1642.** Renforcement par teinture, p. 244. — **1643.** Affaiblisseurs, p. 244.

CHAPITRE III.

PROCÉDÉS ORTHOCHROMATIQUES.

§ 1. — *Emulsion au collodion.*

1644. Emulsion sensible au rouge, p. 247.

§ 2. — *Emulsion au gélatino-bromure.*

1645. Préparation des plaques au trempé, p. 247. — **1646.** Emploi de l'acide citrique, p. 249. — **1647.** Séchage des plaques, p. 250. — **1648.** Emploi des écrans colorés, p. 251.

CHAPITRE IV.

PROCÉDÉS PELLICULAIRES; NÉGATIFS SUR PAPIER.

§ 1. — *Surfaces sensibles pelliculaires.*

1649. Papier pelliculaire, p. 252. — **1650.** Pellicules, p. 252. — **1651.** Développement des pellicules, p. 254. — **1652.** Report des pellicules sur verre, p. 255.

§ 2. — *Papiers négatifs.*

1652 *bis*. Emulsions sur papiers, p. 255.

CHAPITRE V.

RETOUCHE DES NÉGATIFS, CONTRETYPES.

§ 1. — *Retouche des négatifs.*

1653. Négatifs défectueux, p. 257. — **1654.** Négatifs cassés, p. 257. — **1655.** Retouche des négatifs, p. 258.

§ 2. — *Contretypes.*

1656. Contretypes par insolubilisation, p. 259. — **1657.** Contretypes par les oxydants, p. 260. — **1658.** Utilisation des plaques voilées, p. 262. — **1659.** Conservation des négatifs, p. 263.

LIVRE III.

PHOTOGRAMMES OU PHOTOCOPIES.

CHAPITRE PREMIER.

PHOTOGRAMMES AUX SELS D'ARGENT.

§ 1. — *Photogrammes à images apparentes.*

1660. Papier salé, p. 265. — **1661.** Papier albuminé, p. 266. — **1662.** Papiers à la gélatine, p. 266. — **1663.** Papiers au collodio-chlorure, p. 267. — **1664.** Bains de virage, p. 268. — **1665.** Fixage et lavages, p. 270. — **1666.** Réduction d'intensité, p. 270. — **1667.** Conservation des papiers, p. 271. — **1648.** Encaustique, émaillage, p. 271.

§ 2. — *Photogrammes à images latentes.*

1669. Développement des papiers par noircissement, p. 272. — **1670.** Préparation du papier, p. 273. — **1671.** Bain révélateur, p. 274. — **1672.** Renforcement, p. 275. — **1673.** Virage, p. 276. — **1674.** Voile, ampoules, p. 278. — **1675.** Impressions successives, p. 278.

§ 3. — *Photogrammes sur verre.*

1676. Emploi du collodion, p. 279. — **1676 *bis*.** Emploi des plaques à la gélatine, p. 279. — **1678.** Révélateurs, p. 280.

CHAPITRE II.

PHOTOGRAMMES OBTENUS PAR L'EMPLOI DE DIVERS SELS.

§ 1er. — *Photogrammes aux sels de platine.*

1679. Préparation du papier au platine, p. 282. — **1680.** Développement, p. 283. — **1681.** Renforcement, p. 284. — **1682.** Fixage et restauration des épreuves, p. 285.

§ 2. — *Photocopies et photocalques aux sels de fer.*

1683. Papier au ferro-prussiate, p. 285. — **1684.** Images de teintes diverses, p. 286. — **1585.** Calques pour tirages par les sels de fer, p. 288.

§ 3. — *Photogramme aux sels de chrome.*

1686. Procédé au charbon, p. 288. — **1687.** Papier charbon velours, p. 290. — **1688.** Procédé à la gomme bichromatée, p. 292. — **1689.** Procédé ozotype, p. 296. — **1690.** Procédé aux poudres, p. 299. — **1691.** Conservation des préparations bichromatées, p. 299.

§ 4. — *Procédés divers.*

1692. Emploi des sels métalliques, p. 299. — **1693.** Photographies sympathiques, p. 300. — **1694.** Phototeinture, p. 300. — **1695.** Emploi de la gélatine, p. 300. — **1696.** Impression sur tissus, p. 301. — **1698.** Impressions sur divers supports, p. 302. — **1699.** Camées photographiques, p. 303. — **1700.** Montage des photogrammes, p. 303.

CHAPITRE III.

IMPRESSIONS PHOTOMÉCANIQUES.

§ 1er. — *Photocollographie.*

1701. Supports métalliques, p. 305. — **1702.** Emploi de l'érythrosine, p. 306.

§ 2. — *Phototypographie.*

1703. Matériel, p. 306. — **1704.** Procédés opératoires, p. 309. — **1705.** Reproduction d'images au trait, p. 311. — **1706.** Morsure par pulvérisation, p. 311. — **1707.** Teinte de fonds. p. 311.

§ 3. — *Photolithographie.*

1708. Reproduction de dessins au trait, p. 312.

§ 4. — *Photoglyptographie.*

1709. Gravure sur cuivre, p. 312. — **1710.** Modifications au procédé Woodbury, p. 313.

§ 5. — *Photochromographie par procédés mécaniques.*

1711. Matériel, p. 314. — **1712.** Procédés opératoires, p. 315.

LIVRE IV.

PROCÉDÉS DIVERS.

CHAPITRE PREMIER.

AGRANDISSEMENTS, PROJECTIONS.

§ 1er. — *Matériel pour agrandissements.*

1713. Principe des appareils agrandisseure, p. 317. — **1714.** Chambres à trois corps p. 321. — **1715.** Agrandisseurs, p. 322.

§ 2. — *Procédés d'agrandissement.*

1716. Agrandissement direct du négatif, p. 325. — **1717.** Procédé indirect, p. 326.

§ 3. — *Projections.*

1718. Matériel, p. 327. — **1719.** Diapositives pour projections, p. 331. — **1720.** Projections panoramiques, p. 332.

§ 4. — *Cinématographie.*

1721. Cinématographe pour pellicules, p. 338. — **1722,** Projections stéréoscopiques, p. 342. — **1723.** Stéréocinématographe, p. 342.

CHAPITRE II.

STÉRÉOSCOPIE.

§ 1. — *Matériel.*

1724. Objectifs, p. 344. — **1725.** Chambres noires, p. 344. — **1726.** Chambres à main, p. 345. — **1727.** Procédés opératoires, p. 356.

§ 2. — *Procédés d'impression.*

1728. Châssis à tirage, p. 359. — **1729.** Montage des épreuves stéréoscopiques, p. 360.

§ 3. — *Stéréoscopes et projections stéréoscopiques.*

1730. Stéréoscopes, p. 361. — **1731.** Projections stéréoscopiques, p. 363.

LIVRE V.

APPLICATIONS SCIENTIFIQUES.

CHAPITRE PREMIER.

§ 1. — *Microphotographie.*

1732. Appareils, p. 365. — **1733.** Procédés opératoires, p. 372. — **1734.** Emploi des plaques orthochromatiques, p. 373.

§ 2. — *Photographie astronomique.*

1735. Photographie solaire, p. 374. — **1736.** Photographie lunaire, p. 376. — **1737.** Photographie des planètes, p. 378. — **1738.** Photographie des comètes, p. 378. — **1739.** Photographie des étoiles et des nébuleuses, p. 378.

§ 3. — *Géodésie.*

1740. Lever des plans, p. 381.

§ 4. — *Chromophotographie.*

1741. Synthèse du mouvement, p. 382. — **1742.** Applications, p. 383.

§ 5. — *Applications à la physique.*

1743. Applications à l'optique, p. 383. — **1744.** Acoustique, p. 345. — **1745.** Electricité, p. 385. — **1746.** Chaleur, p. 386. — **1747.** Applications diverses, p. 387. — **1748.** Météorologie, p. 388.

§ 6. — *Radiologie.*

1749. Classification, p. 389. — **1750.** Radiographie, p. 390.

§ 7. — *Applications aux sciences naturelles.*

1751. Médecine, p. 392. — **1752.** Zoologie, p. 393.

§ 8. — *Chromophotographie.*

1753. Méthode directe, p. 393. — **1754.** Méthode interférentielle, p. 394. — **1755.** Méthode indirecte, p. 397. — **1756.** Procédés de MM. Lumière, p. 397. — **1757.** Autres procédés, p. 400.

CHAPITRE II.

PHOTOMÉTRIE.

1758. Actinomètres, p. 403. — **1759.** Applications aux appareils de projections, p. 404. **1760.** Sensitométrie photographique, p. 404.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE SUPPLÉMENT C

Aberrations : aberration sphérique, 7, 19; astigmatisme, 7; courbure du champ, 7; corrections, 6; mesure, 19; leur influence, 55.
Acétylène, 330.
Acoustique (applications). 384.
Actinoscope, 180.
Actinomètres, 403.
Adurol, 235.
Affaiblisseurs, 244; pour papiers, 270.
Agrandissements : principes, 317, 322.
Alunage, 238.
Amidol, 229.
Amplificateurs — rectificateur, 203.
Ampoules, 278.
Angle de champ, 27.
Anastigmats, *voir* Objectifs.
Antihalo (plaques), 217.
Appareils de projection, 325.
— d'agrandissement, 322.
Astrophotographie, 374.
Atelier vitré, 203.
Auréoles, *voir* Halo.
Axe optique principal, 21,

Bâton de chaux, 331.
Bec Auer, 330, 405.
Bec à acétylène, 330.
Boîtes à rainures, 209; à projections, 332.

Cadres Ferrier, 193.
Chalumeau, 330.
Chaleur, application, 386.
Chambres noires : d'atelier, 140; de voyage, 142; métallique, 144.
— à main : Gilles, 144; Gaumont, Mackenstein, 145; Degen, Demaria, Joux, Poulenc, Roussel, 146; Cadot, Steinheil, Suter, 147; Martin, 148.
— à magasin : pankoras, 149; kodaks, delta, 150; jumelles, 151; spidos 155; Jacquet et Maille, 155; physiographe, gnome, gauloise, 156; Pascal, Magnétographe, 158; photo cartouche, 159; Sigriste, 160.
— stéréoscopiques : Fauvel, 345; Clouzard, 345; à main, 346; jumelles, 348; Joux, 350; Bellieni, 353; Gaumont, 351; Mackenstein, 352; Leroy, Hanau, 355.
Champ de clarté, 27; plan, 27.
Châssis : multiplicateur, 141; amplificateur, 333; rouleau, 174; magasin, 175; passe-vues, 327; positif, 195, 197; pour stéréoscopes, 359.
Chercheur, *voir* Viseur.
Chromophotographie, 382, 393; Lipmann, 394; Lumière, 397; divers, 400.
Cinématographes, 340.
Coefficient de diamètre utile, 6.
Collodio-bromure, 213, émulsion, 214.
Comètes, 378.
Condensateurs, 328.
Constantes d'un objectif, 33.
Contre-types : par insolubilisation, 259; par oxydants, 260.
Courbure du champ, 17.
Cuvettes, 191.

Développateurs, 222; mélangés, 235; local, 236; chaud, 237; des papiers, 273.
Diamidorésorcine, 230.
Diapositives, 279.
Diaphragmes : diamètre réel, 5; utile, 5, 25; relatif, 5; divers, 37; numérotage, 38; comparaison, 41; influence, 49.
Diaphragmomètre universel, 42.
Dilatation stéréoscopique, 53.
Distance focale principale, 5; mesure, 14; hyperfocale, 24, 51.

Ecartement des objectifs, 352.

Echelle de l'image, 5.
Eclairage du laboratoire, 190.
Eclipses, 375.
Ecrans : colorés, 178, 251, tramés, 307.
Electricité (applications), 385.
Emaillage, 271.
Emballage des plaques, 213.
Emergence, 20.
Encaustique, 271.
Epanastrophe, 359.
Essai des objectifs : examen, 9; essai optique, 13; méthode Clay, 14; astigmatisme, 18, 26; axe optique, 21; aplanétisme, 22; Houdaille, 29; Moessard, 28; Cousin, 30; Lumière, 31; remarques, 35.
Ésérine, 235.
Etoiles, 378.
Etuve séchoir, 250.
Eurygraphes, 104.

Feuille signalétique, 35.
Fixage, 238, 270.
Focale (distances), 46, 47.
Foisonnement, 5, 22.

Gélatino-bromure, 214.
Géodésie, 381.
Glycine, 232.
Gomme bichromatée, 292.
Grossissement : microscope, 373; télé-objectif, 121.

Hydramine, 232.
Hydrogène, 329.
Hydroquinone, 231.
Hyposulfite : sa destruction, 240.

Impressions successives, 278.
Incandescence, 330.
Incidence, 20.

Laboratoire portatif, 189.
Lampes : à incandescence 330; à pétrole, 329; à l'alcool, 330.
Lanternes : d'agrandissement, 330; de projection, 333; pour chromographie, 402.
Lavage des plaques, 239; des papiers, 270.
Lever des plans, 381.
Loupe, 174, 210.

Médecine, 392.
Météorologie, 388.
Métol, 232.
Métrophotographie, 381.
Microphotographie, 365; Cogit, 369; Krauss, 371; Zeiss, 366; orthochromatisme, 373.
Montage des photogrammes, 209, 303; des stéréoscopies, 360.
Montures, 12.
Morsure, 311.

Nébuleuses, 378.
Négatifs : défectueux, 256; cassés, 256; retouche, 256; conservation, 263.
Netteté, 22.

Objectifs : aplanats, 82, 94; aristostigmat, 87; anastigmat double, 89, 103; apochromatique, 95; actinic triplet, 99; Busch aplanat, 95; choix des objectifs. 44; combinés, 8; constantes, 33; influence de sa composition, 57; défauts, 57; classification, 59; Collen-lens, 69; concentrique, 106; Cooke, 76, 86; collinéaires, 79; doubles, 8; Dallmeyer, 63; Denis Taylor, 70; doublet Ross, 109; par diffraction, 123; eurygraphes Lacour, 73, 74, 104; euryscopes, 80; entretien, 126; Français, 95; à foyers multiples, 113; Grün, 60; Gœrz, 75, 109; Grübb, 81; Goddard, 112; von Hœgh, 71, 73, 86; Hypergone, 109; Knapp, 85; Krauss, 87; Lacour, 73, 74, 88, 99, 102, 104; Mittenzwei, 67, 69; Morrisson, 86; Meyer, 87; Morin, 105; modes d'emploi, 125; orthostigmats, 70, 78, 79, 100; orthoscopique, 94; Petzval, 62; planar, 65; périscope, 97, 113; protar, 83, 101; périgraphes, 103; Porro, 111; pantoscope, 113; rapides, 8; Rudolph (voir Zeiss); rectilinéaire à portraits, 70; rapid-antiplanat, 82; simples, 8, 99, 100; Suter, 64, 77, 91; Steinheil, 65, 111; stigmatic, 71, 91; sténopé, 123; triples, 8, 89; Teynard, 81; unar, 71, 84; Voigtlaender, 63, 87; Wolcott, 61; Zincke-Sommer, 61; Zeiss, 71, 93, 97, 101, 105, 107, 109.
Obturateurs : de plaque, 128; caractéristiques, 131; Barby, 135; Mackenstein, 136; Bellieni, Mendel, 136; Sigriste, 136; vitesse de fonctionnement, 137; Saturne, 138; unicum, 139; Turillon, 139; Frennet, 139.
Ocrage des plaques, 177.
Optique (application), 383.
Orthochromatiques, 247; acide citrique, 249; séchage, 250.
Ortol, 234.
Oxhydrique, 329.
Ozotypes, 296.

Papier : albuminé, 266; charbon, 288; velours, 290; chlorure, 267; ferro-prussiate, 285; négatif platine, 281; pelliculaire, 252; émulsionné, 255; salé, 265; divers, 287.

Paramidophénol, 230.
Pellicules : négatives, 253.
Perspective, 45 ; 48.
Photocollographie, 305.
Photochromographie, 314.
Photoglyptographie, 312.
Photographie judiciaire, 388.
Photolithographie, 312.
Phototypographie, 306.
Physiques (applications), 387.
Pieds de chambre noire : atelier, 141 ; voyage, 142, 165.
Planchette stéréoscopique, 358.
Planètes, 378.
Plaques : gélatino-bromure, 214 ; anti-halo, 217 ; orthochromatiques, 247 ; voilées, 263.
Points nodaux, détermination, 14.
Porte-pellicules, 253.
Pose-mètre Wyne, 182.
Poudre-éclair, 205 ; poudres métalliques, 209.
Pouvoir nominal, 11 ; optique, 11.
Prix d'un objectif, 11.
Procédés aux poudres, 299 ; au mercure, 299 ; sur tissus, 301 ; sur œufs, 302.
Profondeur, 50 ; de champ, 24 ; de foyer, 24.
Projections, 327.
Pupitre à retoucher, 324.
Pyrocatéchine, 231.
Pyrogallol, 227.

Radiographie, 389.
Redressement, 197.
Renforçateurs, 211 ; par développement, 241 ; à l'iodure mercurique, 241 ; à l'argent, 243 ; au plomb, 243 ; au cuivre, 244 ; par teinture, 244 ; des papiers, 275 ; diapositives, 279 ; platine, 284.
Report des pellicules, 255.
Retouches, 209, 256 ; 259.
Révélateurs, *voir* Développateurs.

Séchage des négatifs, 241.
Sélénéphotographie, 376.
Sensitomètres, 183, 184 ; Sébert, 185 ; Sensitomètre photographique, 404.
Sinnox, 177.
Spectrophotographie, 379.
Stadimètre, 173.
Stéréoscope, 346.

Taxiphote, 362.
Téléobjectifs, 115 ; luminosité, 116 ; champ apparent, 118 ; profondeur de foyer, 119 ; grossissement, 121 ; Bellieni, 123, 355 ; Dallmeyer, 122 ; Lœhr, 119.
Temps de pose, 6 ; local, 133 ; focal, 135.
Thioxydant, 241.
Toile Bry, 274.
Tourniquet, 28.
Trames, 307.
Transpositeur, 197.
Trousses : Lacour, 102, 104 ; Farnell, 105, 113 ; Berthiot-Lacour, 113 ; Hermagis, 113 ; Krauss, 113 ; Suter, 113 ; Voigtlaender, 113 ; Derogy, 114 ; Davidson, 114.

Vérascope, 346.
Verres : nouveaux, 7.
Virages, 268, 277.
Viseurs, 166 ; Benoist, 170 ; Bellieni, Gillon, Gaumont, 171 ; Huilliard, 172.

Zoologie, 393.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS PROPRES

CONTENUS DANS LE SUPPLÉMENT C

Abbé, 89, 365.
Abney, 137, 138, 191, 263.
Ackland, 114.
Alberini, 310.
Albert, 305.
Aldis, 7.
Alexandre, 144.
Alker, 299.
Allgeyer, 316.
Anam, 10.
Andressen, 225, 226, 300.
Archer (Scott), 60, 114.
Artigue, 290.
Audra, 359.
Auer, 60, 197, 329, 366, 404.

Bachrach, 266.
Balagny, 253, 316.
Balbreck, 164, 170.
Bankardt, 220.
Barby, 135, 138.
Bardin, 156.
Bardwel, 286.
Bartlett, 275.
Bausch, 44.
Bazin, 138.
Beckett, 366.
Behrens, 292, 316.
Belin, 316, 405.
Belliéni, 122, 151, 171, 173, 195, 322, 352, 353, 354, 355, 357, 361.
Benard, 386.
Benoist, 168, 170, 392.
Bergh, 364.
Bergon, 357.
Bernard, 364.
Berthiot, 72, 99, 102, 113, 114, 115.
Bertin-Sans, 390, 392.
Bertsch, 329, 359, 360.
Blair, 60.
Blanc, 214, 396.
Blech, 263.
Bloch, 156.
Blondel, 385, 404.
Bogorodsky, 279.
Bothamley, 263.
Boudouard, 404.
Boudreaux, 385.
Bourget. 380.
Bouillaud, 207.
Boutan, 393.
Boutreaux, 210.
Bow, 317.
Boyer, 405.
Braun, 313.
Breton, 156, 405.
Brown, 98.
Brun, 295.
Brunel, 263, 364, 406.
Bry, 274.
Buisson, 387.
Buguet, 263, 389, 390, 408.
Bunckhalter, 374.
Burton, 263.
Busch, 95, 113.
Butscher, 178.

Cadot, 147.
Cailletet, 387.
Caillon, 158.
Calmels, 179.
Campbell, 381.
Carpentier, 138, 151, 185, 203, 317, 324.
Casella, 253.
Cassler, 324.
Cazes, 361.
Chabaud, 372.
Chambon, 286.
Chapmann, 243.
Chadwick, 364.
Charpy, 387.
Chartier, 33.
Chase, 378.
Chaupe, 400.
Chéri-Rousseau, 383.
Chevalier, 114.
Chorretier, 164.
Clay, 13.
Clément, 405.
Clerc, 205, 242, 263, 281, 285, 287, 311, 405.
Clouzard, 345.
Cluzet, 391.
Coddington, 378.
Cogit, 369.
Coignet, 279.
Cole, 210.
Colson, 218, 255, 263, 307, 316, 364.
Colton, 374.
Combes, 263.
Cooke, 84, 115.
Copeland, 375.
Coppet, 386.
Cornu, 348.

Coupé, 332.
Cousin, 30.
Courrèges, 263, 316, 364.
Courrier, 197, 207.
Coventry, 263.
Cronenberg, 307, 315, 316.
Crooke, 391.
Cross, 253, 402.
Cundell, 98.
Curie (Mme), 389.

Dallmeyer, 39, 41, 60, 63, 65, 69, 70, 71, 81, 85, 91, 99, 100, 105, 107, 122.
Darby, 316.
Darlot, 40, 114, 142.
Davanne, 21.
Davidson, 98, 114, 115.
Decombe, 386.
Decoudun, 190.
Degen, 146, 323.
Delamarre, 263, 364.
Delvalz, 394.
Demachy, 296.
Demaria, 146, 178, 251.
Demeny, 338.
Demole, 155, 205.
Denayrouze, 330.
Derepas, 209, 303.
Derogy, 114, 165, 355.
Descroix, 403.
Deslandres, 374, 375, 381.
Destot, 358.
Devé, 384.
Dillaye, 263.
Douglas-Fawett, 394.
Donnadieu, 405.
Dopplé, 381.
Dosne, 403.
Draye, 156.
Drescher, 394.
Drouet, 228.
Drouillard, 260, 261.
Drouin, 338, 342, 361.
Druenet, 369.
Dubreuil, 396.
Duchenne, 164, 193, 361.
Ducom, 149.
Ducos du Hauron, 176, 316, 397, 402, 406.
Ducretet, 338.
Durand, 142, 384.
Dyson, 378.

Eastmann, 254, 255, 401.
Eberhard, 247.
Echassoux, 149.
Eckstein, 253.
Eder, 82, 137, 210, 244, 263, 316, 404.
Edwards, 236.
Elkin, 378.
Emery, 264.
Enjalbert, 180.
Ernie, 189.
Ethelbert, 299.
Euler, 60.

Fabry, 372.
Faller, 141, 204.
Fanard, 405.
Farinaud, 291.
Farnier, 280, 331.
Fauvel, 152, 344.
Féry, 211, 307, 308.
Finaton, 316.
Fizeau, 381.
Français, 95, 99, 159, 314.
Frécot, 317, 318, 319, 321, 322.
Frennet, 139.
Fresson, 291.
Friedlœnder, 405.
Frœlicher, 264, 405.
Fritsch, 210.
Furnell, 105, 114, 115.

Gagnière, 391.
Galilée, 119.
Garbe, 219.
Gariel, 393.
Garnaud, 303.
Gaumont, 42, 145, 155, 171, 173, 192, 193, 324, 327, 328, 338, 339, 341, 350, 358, 359, 361.
Geoffroy (de), 158.
Geymet, 299.
Gilles, 140, 142, 144, 155, 177, 195.
Gillon, 159, 168, 171, 203.
Ginsberg, 117, 174.
Gioppi, 264.
Glew, 388.
Goddard, 112.
Godde, 220, 395.
Gœdike, 230, 243, 262, 276, 316.
Gœrz, 75, 76, 77, 86, 90, 103, 109, 113, 115, 343.
Gotz, 210.
Goudeau, 239.
Goulier, 185.
Gravier, 190, 306.
Greenough, 396.
Grosjean, 193.
Grubb, 81, 112.
Grund, 60.
Guénault, 150.
Guibert, 209.
Guilleminot, 217, 218.
Guillon, 325, 392.

Hanau, 346, 360.
Harrisson 39, 106.
Hartnack, 104.
Hascher, 312.
Haubereiner, 275.
Hauberisser, 191.
Hauff, 235.
Helbronner, 355.
Hélain, 220, 242, 267, 276.
Henneberg, 296.
Henry, 205, 376, 403.
Heptworth, 364.
Hermagis, 60, 114, 115, 152, 324, 328.
Hesekiel, 252, 401.
Hesse, 316.
Hildesheimer, 289.
Hoegh (V.), 75, 86, 89.
Hoffmann, 305.
Hoggson, 61.
Horn, 191.
Horsley-Hinton, 316.
Houdaille, 28, 29, 36, 184.
Hübl, 400, 405.
Huilliard, 142, 168, 170, 172, 177, 221.
Humbert de Molard, 135.

Ichtschouroff, 381.
Ingram, 137.
Irunberry, 152.
Isenthal, 405.

Jacquet, 155.
Janko, 284.
James, 308.
Jamin, 114.
Jennings, 255.
Jones, 243, 298.
Joubert, 328.
Jougla, 216.
Jourdan, 209.

Joux, 146, 148, 324, 347, 349.

Kaiserling, 405.
Kastner, 269.
Kessler, 206.
Kiessling, 264.
Kinckberger, 249.
Klary, 206, 207, 209.
Klerjot, 314.
Knapp, 85.
Knight, 342.
Kœmpfer, 79.
Kohl, 254.
Kopp, 300.
Kosling, 208.
Krauss, 87, 114, 115, 170, 174, 314, 371.
Krugener, 151.

Lacour, 72, 73, 74, 88, 91, 92, 99, 102, 104, 105, 113, 114, 115, 314, 345.
Lambert, 123, 190, 325.
Lainer, 206, 264, 406.
Lange, 392.
Lantuéjoul, 197.
Laussedat, 381, 406.
Laynaud, 316.
Le Chatelier, 404.
Lecourt, 175.
Legendre, 361.
Legros, 128.
Lehmann, 166, 190.
Lepage, 296.
Lerebours, 377.
Leroy, 138, 355.
Léry, 306.
Lévy, 311.
Liesegang, 264, 271, 316.
Linday-Johnson, 137.
Lippmann, 249, 387, 394, 396.
Lischke, 171.
Lœhr, 119.
Lœscher, 264.
Lœwy, 376, 377.
Lomb, 44, 170.
Londe, 204, 264, 406.
Lumière 31, 212, 213, 217, 218, 223, 227, 230, 232, 239, 240, 241, 244, 245, 246, 252, 254, 270, 273, 279, 286, 300, 314, 332, 341, 342, 373, 383, 388, 394, 396, 397, 406.

Macé de Lépinay, 363.
Macléan, 264, 381.
Mackenstein. 136, 145, 153, 155, 173, 174, 322, 348, 351, 355, 397.
Maes, 254.
Maille, 155.
Mallmann, 290, 294.
Manly, 296, 298, 316.
Mann, 303.
Marage, 406.
Marandy, 253.
Marey, 382, 387.
Marie, 390, 391.
Mario Morès, 382.
Marion, 182, 192, 403.
Marinesco, 383.
Marktanner-Turneretscher, 373.
Martin, 21.
Martin, 148.
Mason, 196.
Maskell, 316.
Mathet, 364, 406.
Matuzeski, 406.
Mazel, 285.
Méheux, 406.
Mendel, 136, 338, 341.
Mercier, 215, 216, 217, 235, 269.
Mesling, 394.
Meyer-Heine, 406.
Meyer (Hugo), 87.
Miethe, 89, 104, 245, 264.
Miller, 295.
Mitschell, 381.
Mittenzwei, 67, 69.
Moessard, 9, 14, 20, 28, 30, 31, 36, 45, 53, 130, 152, 210, 363.
Moh, 252.
Moitessier, 358.
Molinié, 264.
Molteni, 329, 330.
Monnard, 382.
Monckhoven, 29, 98, 328.
Monnet, 248.
Monpillard, 358, 372, 373.
Montgolfier, 292.
Morgan, 255.
Morin, 95, 105.
Morize, 390.
Mortier, 383.
Morton, 114.
Mullin, 210.
Mussat, 191.

Namias 238, 245, 260, 264, 276, 290, 406.
Naudet, 264, 316, 406.
Nelson, 214.
Neuhauss, 373, 396, 406.
Newbeggin, 374.
Newbury, 214.
Niewenglowski, 264, 316, 406.
Nipher, 386.

Obernetter, 310.
Osmond, 210, 264.
Otto Lund, 345.

Paar, 364.
Paganini Pio, 381.
Papigny, 356, 359.
Parmentier, 254.
Pathé, 338.
Pector, 264, 406.
Peissier, 137.
Pelin, 361.
Perrigot, 31.
Perrot, 372.
Petzval, 6, 7, 57, 61, 63, 64, 85, 86, 94, 107, 112, 114.
Picke, 364.
Pickering, 377, 379.
Pigeon, 190.
Pizzighelli, 203.
Player, 256.
Pollak, 386.
Poor, 381.
Porro, 111, 369.
Porter, 382.
Poulenc, 146.
Prasmowski, 105.
Precht, 219.
Prinz, 213.
Prunier, 271.
Puiseux, 376, 377, 406.
Puyo, 290, 291.

Quénisset, 406.

Rabourdin, 330.
Rancoule, 197.
Raphaels, 290.
Rateau, 343.
Redard, 392.

Reeb, 178, 251, 258, 268.
Relandin, 135.
Reulos, 339.
Rey, 404.
Reyner, 210, 264, 364.
Ribaut, 390, 391, 395.
Richard (J), 138, 346, 349, 362.
Ris-Paquot, 316, 364.
Roberts, 380.
Robinson, 203.
Rœntgen, 389, 391.
Rohr (M. Von), 9, 61, 69, 86, 210, 317.
Rolland, 287.
Rollet, 367.
Ross, 69, 99, 109.
Romance (de), 198.
Rothwel, 364.
Roussel, 146, 151.
Roux, 217.
Roy, 220, 256.
Rudolph, 65, 83, 89, 97, 107.
Ruh, 248.

Sagnac, 390.
Saint-Florent (de), 393.
Sanger-Shepperd, 191.
Santoponte, 264.
Sassi, 264.
Schiltz, 316.
Schering, 253.
Schlesinger, 139.
Schoendl, 364.
Scowill, 316.
Schmidt, 210, 364.
Schmitz, 264.
Schnauss, 264.
Schnitzer, 39.
Schrambach, 348.
Schrœder, 97, 106.
Schuster, 106.
Schwarzchild, 379.
Shadboldt, 60.
Sébert, 158.
Secretan, 81, 377.
Selb, 203.
Seyewetz, 225, 232, 239, 240, 241, 244, 245, 264.
Seymour, 364.
Sigriste, 129, 136, 160, 163, 192.
Simonnet, 164.
Soret, 123, 192, 255.
Spencer, 214.
Steiner, 406.
Steinhauss, 364.
Steinheil, 64, 70, 78, 81, 82, 89, 94, 99, 107, 111, 113, 114, 115, 147.
Stieglitz, 331.
Stolze, 243.
Srewnesky, 388.
Suter, 64, 77, 78, 91, 92, 114, 115, 145, 147, 150, 355.
Sutton, 60, 99, 154.

Target, 146, 192, 197.
Taylor (D.), 70.
Taylor (J.-T.), 107, 112.
Teynard, 81.
Terschack, 406.
Thiebault, 253.
Thiery, 177.
Thornton-Pickardt, 139.
Tilé, 381.
Tissandier, 406.
Toupillier, 363.
Tranchant, 316.
Trutat, 254, 316, 406.
Turillon, 139, 327.

Valenta, 247, 248, 249, 285, 313.
Vallot (J.), 406.
Van Neck, 360.
Varnier, 390.
Vaucamps, 258.
Vèze, 282.
Vibert, 272.
Vidal (L.), 316, 402.
Villain, 178.
Villon, 206.
Vincent, 338.
Vogel, 218, 219, 231, 243, 254, 292.
Voigtlaender, 62, 63, 64, 65, 79, 80, 81, 85, 87, 95, 114, 115, 178, 314.
Volkmer, 406.
Vollenbruck, 249.
Votocek, 227.

Wadsworth, 375.
Wallon, 92, 160, 166, 330, 358, 359, 364.
Warnerke, 184, 211, 253, 309, 403.
Waterhouse, 388.
Wathman, 301.
Watzek, 292, 294.
Weber, 137.
Webster, 384.
Wehnelt, 391.
Weineke, 377.
Weiss, 206.
Welborne-Piper, 203.
Wells (Miss), 379.
Wehmann, 97.
Wenz, 389.
Wiener, 396.
Witt, 378.
Wolcott, 61.
Wolf (M.), 278.
Wollaston, 98.
Wollenbruch, 214.
Wood, 123, 384, 401.
Woodbury, 313.
Woodward, 328.
Wyne, 82.

Zeiss, 40, 41, 42, 65, 67, 71, 72, 83, 84, 88, 89, 93, 100, 105, 109, 114, 115, 136, 327, 365, 366, 367, 368, 394.
Zentmayer, 107, 114.
Zion, 156, 355.
Zoth, 368.

TABLE DES FIGURES

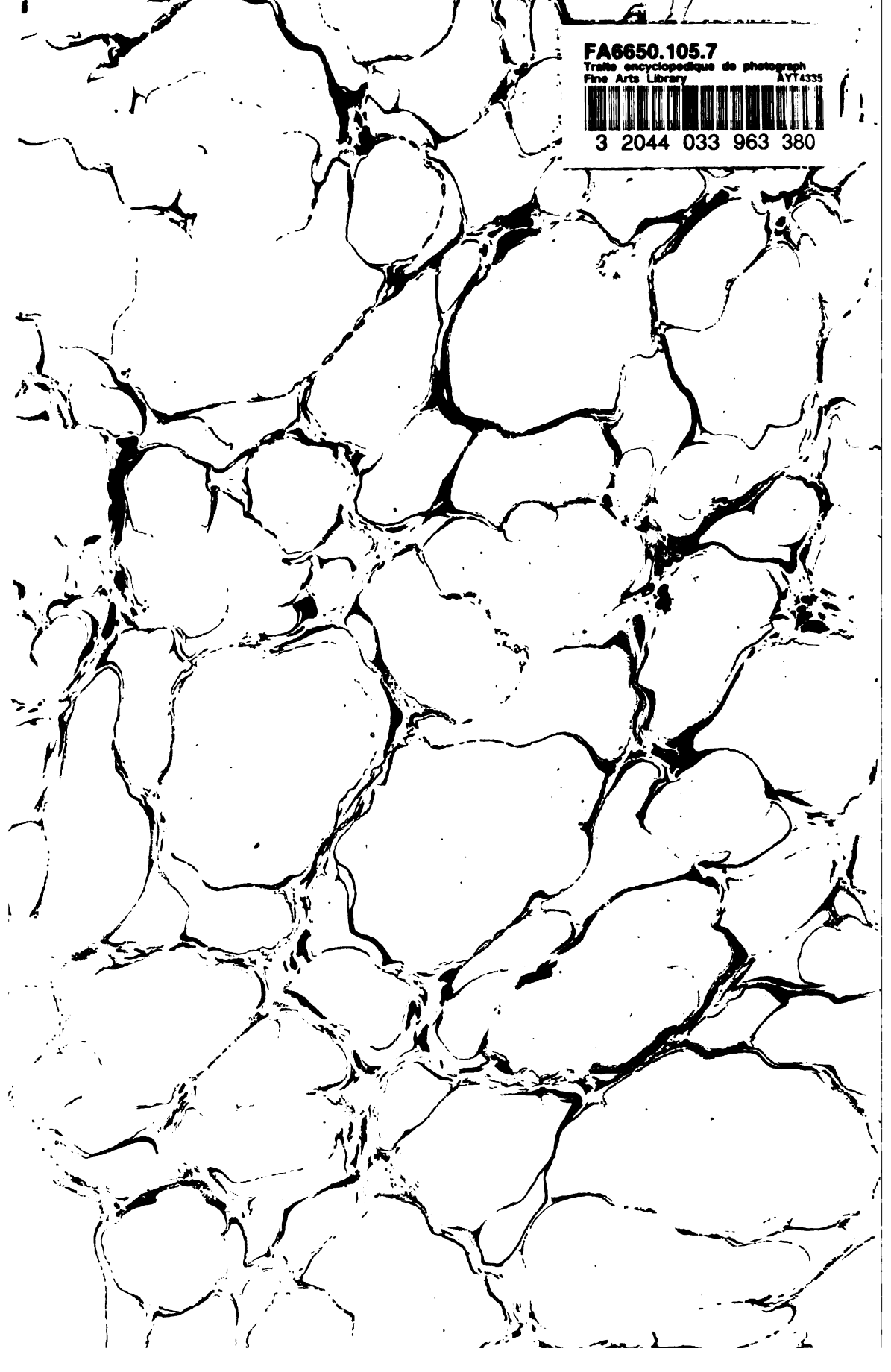
CONTENUES DANS LE SUPPLÉMENT C

1. Points nodaux..... 14
2. Support d'essai..... 14
3. Détermination du foyer..... 15
4. » » 15
5. Foyer principal..... 15
6. Mire d'essai..... 15
7. Auto-collimation..... 16
8. Courbure du champ..... 16
9. Détermination de la courbure.. 17
10. Graduation de la base d'essai.. 17
11. Mesure de l'astigmatisme..... 19
12. Aberration de sphéricité..... 19
13. Mesure de l'aberration sphérique 19
14. » » » 19
15. Détermination de l'axe optique. 26
16. Mire Davanne..... 26
17. Astigmatisme..... 26
18. Appareil d'essai Lumière et Perrigot..... 31
19. Diaphragme variable..... 37
20. Diaphragmomètre..... 44
21. Objectif Wolcott..... 61
22. Objectif Zincke..... 61
23. » Voigtlaender..... 62
24. » Suter..... 64
25. » Dallmeyer..... 65
26. » Planar Zeiss..... 65
27. » Mittenzwei..... 67
28. » » 69
29. » Collen-lens..... 69
30. » orthostigmat..... 70
31. » D. Taylor..... 70
32. » Stigmatic Dallmeyer. 71
33. » von Hoegh..... 71
34. » Goerz 1 : 5,5..... 75
35. » » » coupe..... 75
36. » » » 76
37. Objectif Goerz 1 : 5,5..... 76
38. » Cooke..... 76
39. Aplanat Suter..... 77
40. Orthostigmat Steinheil..... 78
41. Collinéaire Voigtlaender..... 80
42. Aplanat pour groupes..... 82
43. Rapid antiplanat..... 82
44. Protar Zeiss série VII..... 84
45. » » série VI..... 84
46. Unar Zeiss..... 84
47. Objectif Cooke..... 85
48. » Morisson..... 86
49. Aristostigmat Meyer..... 87
50. Objectif Voigtlaender..... 87
51. Double anastigmat Goerz..... 89
52. Stigmatic Dallemeyer..... 91
53. Anastigmat Suter..... 92
54. Protar Zeiss série II[a]..... 93
55. Orthoscopique Petzval... 94
56. Périscope achromatique..... 97
57. Protar Zeiss série III[a]..... 98
58. Protar simple Zeiss série VII.. 102
59. » » » » VI... 105
60. Trousse Furnell..... 106
61. Globe-lens Morisson..... 107
62. Grand angulaire Rudolph..... 108
63. » » » nouveau 108
64. Protar Zeiss série V..... 108
65. » » » 109
66. Hypergone Goerz..... 110
67. » » 111
68. Objectif Goddard..... 112
69. Compound landscape lens..... 112
70. Double périscope landscape lens. 112
71. Aplanatic lens (Grubb)..... 112
72. Pantoscope de Busch..... 113
73. Trousse Zentmayer..... 114

74. Champ du téléobjectif..... 116
75. Luminosité du téléobjectif..... 117
76. Profondeur de foyer..... 119
77. Constantes du téléobjectif..... 120
78. Obturateur de plaque..... 129
79. Rendement..... 131
80. Caractéristique de l'obturateur. 132
81. Vitesse de l'obturateur..... 132
82. Temps de pose local..... 133
83. » » total..... 134
84. Obturateur Mackenstein..... 136
85. » G. Mendel..... 136
86. » Unicum..... 138
87. Pied pour reproductions..... 141
88. Chambre Huillard..... 142
89. » » 143
90. » » 144
91. » » 144
92. Chambre Mackenstein..... 145
93. » » 146
94. » » 146
95. » » 146
96. » » 146
97. Tachéographe Degen..... 147
98. Chambre Roussel..... 147
99. Appareil Steinheil..... 147
100. » » 147
101. Chambre Suter..... 148
102. Dom-Pliant Martin..... 148
103. Pankora Ducom-Echassoux.... 149
104. Kodak Eastmann..... 149
105. » » 149
106. Kartridge Suter..... 150
107. » » 150
108. Delta Suter..... 150
109. Appareil Roussel..... 151
110. » » 151
111. Jumelle Bellieni..... 152
112. Péri-jumelle Irunberry..... 153
113. » » 153
114. » » 154
115. Jumelle Mackenstein..... 154
116. » » 154
117. » » 155
118. » » 155
119. Simili-jumelle Zion..... 156
120. La Gauloise Breton..... 157
121. » » 157
122. » » 158
123. Magnétographe..... 159
124. » 159
125. Appareil Sigriste..... 160
126. » » 161
127. » » 162
128. Fonctionnement de l'obturateur. 163
129. Kodak panoramique..... 164
130. Ancre pour pied..... 165
131. Théorie du viseur..... 166
132. » » 166
133. » » 167
134. » » 167
135. Echelle des tirages du viseur.. 169
136. Viseur Huillard..... 172
137. » » 173
138. Châssis à rouleau Mackenstein. 174
139. Loupe apodistortique..... 175
140. Châssis-magasin Lecourt..... 175
141. » » » 176
142. Cuve Calmels..... 179
143. » » 180
144. Actinomètre Enjalbert..... 181
145. » » 181
146. » » 181
147. Pose-mètre Wyne..... 182
148. Châssis photomètre Marion.... 183
149. Appareil du général Sébert.... 186
150. » » » 187
151. » » » 187
152. » » » 187
153. Cadres Fœrner..... 194
154. » » 194
155. Châssis Bellieni..... 196
156. Appareil redresseur de Romance 198
157. Théorie du redressement..... 199
158. » » 200
159. » » 201
160. » » 201
161. » » 202
162. Etuve à sécher les plaques..... 250
163. Chambre à trois corps..... 322
164. Agrandisseur Mackenstein..... 323
165. Amplificateur télescopique.... 324
166. Agrandisseur Guillon..... 325
167. Lanterne Gaumont..... 327
168. Photorama Lumière..... 333
169. » » 333
170. » » 334
171. » » 334
172. » » 334
173. Porte-pellicule du photorama.. 335
174. » » .. 335
175. » » .. 336
176. Eclairage du photorama..... 336
177. Objectifs du photorama..... 337
178. Projections par photorama.... 337
179. » » » 337
180. Cinématographe Gaumont..... 338
181. Chrono pour professionnels.... 339
182. Poste cinématographique..... 340
183. » » 341

184. Chambre stéréoscopique Fauvel. 345
185. Vérascope Richard..... 346
186. Marsouin Hanau..... 347
187. Magasin du Marsouin..... 347
188. Marsouin stéréoscopique..... 348
189. Photo-stéréo-binocle Goerz..... 348
190. » » 349
191. Stéréopochette Joux..... 350
192. » » 350
193. Stéréospido Gaumont..... 351
194. » » 351
195. Spido pour stéréoscope..... 351
196. » » » 351
197. Jumelle Francia..... 352
198. » » 352
199. » » 353
200. Jumelle Bellieni..... 353
201. Changement d'objectifs..... 353
202. Déplacement du viseur Bellieni..... 354
203. Jumelles à téléobjectifs..... 354
204. Stéréocycle..... 355
205. Jumelle Hanau..... 355
206. Planchette stéréoscopique..... 358
207. Epanastrophe Gaumont..... 358
208. Binocle stéréoscopique..... 362
209. Taxiphote Richard..... 362
210. Microscope Zeiss..... 366
211. Emploi du planar..... 367
212. Appareil de microprojection... 368.
213. Eclairage pour microphotographie..... 369
214. Appareil Zeiss..... 370
215. Appareil vertical..... 371

Toulouse, Imprimerie Edouard PRIVAT, rue des Tourneurs, 45. — 740



FA6650.105.7
Traite encyclopedique de photograph
Fine Arts Library
AYT4335
3 2044 033 963 380

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.

FINE ARTS

SEP JUN 27 2001

CANCELLED

FA 6650.105.7

Fabre, Charles

Traite encyclopedique de photog.

DATE | ISSUED TO